تعلَّم حبّ الرياضيات

استراتيجيات تدريس لتغيير إتجاهات الطلاب وتحقيق النتائج

نقله إلى العربية
سهام جمال

د. جودي ويليس
رؤية طبيبة أعصاب ومعلّمة صف



الإهداء

أهدي هذا الكتاب إلى العقل، لأنك لست مستبدًّا برأيك أو متشبثًا بأساليبك، فمرونتك الواسعة تسمح لأصحابك بتحديد مستوى ذكائهم.

قائمة المحتويات

شكر وتقدير

الشــكر موفور لمحرر الكتاب، جيمي غرين، إذ لولا اقتراحاته لكانت بنية الكتاب ومقروئيته أقل ترابطاً. والشكر الموفور أيضاً لسكوت ويليس وفريق اقتناء الكتاب؛ إذ لم يقل سكوت: «هذا ليس ضمن اختصاصي»، مهما كان الشيء الذي احتجـت إليـه، حتى لو لـم يكن له علاقة بمهامــه. فلا بد مــن أن تمكّن مواقفه الإيجابيــة اللوزة العصبية في دماغه من البقاء مفتوحة تماماً، وتوفر الدوبامين بكمية كافية لحركة الدم.

أمّــا تيم إيتو فهو خبير في تقنيــة الإنترنت إلى درجة معقولة، وهو شخص صاحــب رؤيــة ويأخذ في الحسبان مشاعر الآخريــن، إذ لا أستطيع أن أرفض له طلبــاً. وعلى الرغم مــن أنني لم أخطط يوماً ما لتدويــن التويتر والفيس بوك أو استخدامهمــا، غير أن تيــم قادني إلى الباب الذي ولجتُ منــه بسعادة إلى بلاد العجائــب الذي تخيلت فيه الغيلان فيما مضى، وإنني ممتنّة جدًّا لسايمون كابل الــذي قــرأ الكتاب بتركيزٍ شديــد وفهم عميق، حتى إنه صمّم لــي على الإنترنت صفحة المقابلة مع المؤلف التي تستخلص أهم المفاهيم التي وردت في الكتاب، وتجعــل منها دعوات مثيرة للآخرين لإجراء تجربة للاستراتيجيات المبنية على علم الأعصاب المقترحة في الكتاب.

وأتوجــه بأجــلّ الاحتــرام إلى جــاي ماكتيغــي صاحــب الــرؤى التربوية، والاستراتيجيــات العملية التي تزوّد التربويين وصانعــي السياسات الأكاديميين بالشجاعة للارتقاء بأكثر الوحدات التعليمية زخماً، وتجاوز مجرّد تدريس القواعد إلى اكتشاف المعرفة الدائمة. وقد أرشد جاي –ولا يزال– التربويين والإداريين حول العالم المعجبين والمقدّرين لمنطقية نهجه ووضوحه، وهما مزيّتان واضحتان في حديثه وكتاباته عن التخطيط وتعليم الطلاب.

تساعد المعلومات التي يعرضها جاي التربويين على التغيير الفعّال لأدمغة الطلاب لتصبح أدوات معالجة نشطة لاستكشاف المفاهيم وتقويتها، ولتصبح أيضاً أدوات حكمة ترافق الطلاب في الحياة العملية، بدلاً من كونها أماكن مؤقتة لتخزين حقائق غير مترابطة. وإنني أشعر بالفخر والاعتزاز بصداقة جاي وإرشاداته، حيث فتحت إرشاداته الآفاق أمامي، وأسهمت جهوده المستمرة معي في توسيع قدرتي على مشاركة التربويين في آرائي. وعليه، فإنه يستحق جائزة مدى الحياة.

وأشكر أيضاً داوسون والطلاب كافة الذين درّستهم الرياضيات في السنوات الخمس الأخيرة في مدرسة سانتا باربارا المتوسطة. وبعد خمس سنوات من تدريسي الجبر لداوسون في الصف السابع، أرسلت إليّ والدته نموذج الالتحاق بالكلية الخاص به، الذي تضمّن تشجيعاً يجعلنا نواصل التدريس على الرغم من العوامل السلبية المتزايدة كلها تجاه الرياضيات لدى طلابنا. ولقد كتب داوسون: «معلمة الرياضيات التي درّستني في الصف السابع، د. جودي ويليس، عالمة الأعصاب التي تحوّلت إلى تدريس الرياضيات، كانت أول معلم يفهم دماغي ويعاونني من أجل أن يعمل عقلي لصالحي. وقد بدأت أرى عقلي أنه شيء ثمين من حقي أن أفتخر به بدلاً من اعتباره معيقاً لتعلمي». فماذا عسانا أن نفعل نحن المربّين دون هؤلاء الطلاب الذين يثقون بنا ويثابرون من خلال التحدي؟ ولمّا كنّا نثق بهم فإنهم يثقون بنا، وهكذا يمكننا أن نغيّر حياتهم.

طبعاً، يعود الكثير من الحب والفضل إلى زوجي بول الذي لم يضايقني لأقلل من أنشطتي في إلقاء المحاضرات، أو أبتعد عن أبحاثي وحاسوبي، بل كان يغريني بكأسٍ من الشراب، ويدعوني إلى مشاهدة الغروب الجميل. وكان بول يتفهّم بصدرٍ رحب، حين أحتاج إلى قيادة سيارتي، والانضمام إلى أصدقائي على العشاء حتى أتمكن من المغادرة قبل تقديم الحلوى إذا شعرت بالقلق حول إعادة

كتابــة فصل من الفصول للمرة الخامســة، أو مراجعة عرضٍ تقديمي كان جيداً حتى قبل تعديله للمرة الثالثة. أنا محظوظة لأنني زوجة لمن أحببت في الجامعة.

أُكــنّ الحب والاحترام لأمّــي نورما أليرهاند التي علــى الرغم من أنها لم تدرســ الرياضيات يوماً، ولكنها لا تنكر قيمتها. لقد شجّعت أبناءها مؤكّدة أننا أكبــر من مجرد مجموعة مــن الجينات، وأن بإمكاننا الوصــول إلى قمة قدراتنا فــي الرياضيات وفي مساعينا كافة. وإنني أقدّر أيضــاً الحكمة التي تعلّمتها من ابنتيّ مالانا وألاني، فقد ساعدتاني على الاتصال بأولياء أمور قالوا: إن أبناءهم تحاشوا مساعدتهم في الرياضيات؛ لأن والديهم لا يقومون بالأمر «بالطريقة التي يستخدمها المعلم». وقد درّبتني ابنتاي في النهاية على أن أفهم أن دعمي لهما، وثقتي بهما كانا أكثر قيمة من المراقبة المستمرة.

«يمسي التاريخ الإنساني شيئاً فشيئاً سبّاقاً بين التعليم والكارثة».

هربرت ج. ويلز – كاتب بريطاني

ليست هناك مادة دراسية تثير الأعصاب مثل مادة الرياضيات؛ فهي غالباً ما تكون في آخر قائمة المواد التي يحبّها الطلاب أو يهتمون بها أو قادرين على النجاح فيها. ومن الواضح، على نحو متزايد، أن بناء نظام تعليمي يوفر للطلاب أساس قوي في الرياضيات له أهمية كبيرة لكلمن الأفراد والمجتمع.

وبصورة عامة، يقدّم العالم لنا اليوم كمًّا هائلاً ومتزايداً من المعلومات (كمصادر الإنترنت) التي لم تُفحص للتحقق من دقتها، أو تُقيم أهميتها للاستخدامات الممكنة كافة. لذا، وفي ضوء هذه الظروف، فإن القدرة على اتخاذ قراراتٍ شخصية ومالية وسياسية وأخلاقية واجتماعية سليمة، يتطلب تفكيراً رياضيًّا، وملاحظات دقيقة واستنتاجات سليمة. وهذه المهارات بدورها تعتمد على المعلومات التي يتحقق الدماغ من صحتها ويفسّرها، مستخدماً مهارات منطقية متقدمة.

وبصورة أكثر تحديداً، هناك حاجة إلى قوى عاملة تتمتع بمستوى تعليم جيد؛ لاستخدام التقنية التي تزداد تعقيداً يوماً بعد يوم. ومن الواضح أن أصحاب العمل الذين يوظفون ميكانيكي سيارات أو سمكري، لا يبحثون عمن يمتلكون معرفة قليلة في الرياضيات ليصلحوا سيارات الزبائن الثمينة، أو أنظمة تنقية المياه، مهما كانت المهارات الفنية التي يمتلكونها. ولسرعة تحول المستقبل إلى الحاضر ،يظهر بوضوح حاجة الوظائف جميعها (التي تحتاج إلى العامل البشري) إلى التمتع بقدر من التفكير الرياضي. نظراً لأن المشكلات غير المتوقعة ستظهر

لا محالة، وستحتــاج إلى حلول إبداعية. فلا الآلات لا الحواسيب تمتلك المعرفة المفاهيمية القابلة للتـداول التي نحتاج إليها لحل هذه المشكلات. ما يدعو إلى الاطمئنــان أن الوظائـف ستكون دومــاً متاحة للبشر ما دامــوا يمتلكون المعرفة الأساسية، والفهم النظري، والوظائف التنفيذية لقشرة الدماغ الأمامية.

فالتفكير الرياضي هو مثال ممتاز على مستوى التفكير العالي الخاص بقشرة الدماغ الأمامية. وتشمل الوظائف التنفيذية لهذه القشرة المسؤولية الشخصية، والتحكـم في ردّ الفعل العاطفي، والتخطيط، وترتيــب الأولويات، وتأجيل المتع، والتنظيــم، والحلول الإبداعيــة للمشكلات، والتحليل الناقــد، وإصدار الأحكام، والتوقع، والدافعية الذاتية، وهي المهارات نفسها التي يبحث عنها أصحاب العمل فــي القرن الواحد والعشرين. وتعكس هذه المهارات أيضاً ما يحتاج إليه مجتمع العولمة من أجل حل مجموعة واسعة من المشكلات المعروفة وغير المعروفة على حــدٍّ سواء. وعلى الرغم من أن هذه الوظائف التنفيذية، لا تزال في طور النشوء عند طلابك، ولكن إرشاداتك وخبراتك ستساعدهم على إدراك العلاقة الكامنة بين بذل الجهد والتحسّن، وبالتالي تطوير هذه الوظائف الضرورية.

يتمتــع الطلاب ذوي الكفايــات الرياضية بقدرات نقديّــة أخرى كالتفكير المنطقــي، والتجريــد، وإدراك الأنمــاط والعلاقــات، والتفكيــر النظري، وهي مهارات ضرورية لاستخدام المعرفة وتطبيقها في سياقات مختلفة (وزارة التعليم الأمريكيــة، 2008). تعد العمليات المستخدمة في التفكير المنطقي-الرياضي، وهي التصنيف في مجموعات والتصنيف والاستدلال والتعميم والحساب واختبار الفرضيــات أساسيات مهارات التفكير العليــا التي تُستخدم في مواد أخرى غير الرياضيات. تمنح الوظائف التنفيذية طلاب اليوم الفرصة ليكونوا أصحاب الحلول الإبداعية للمشكلات في المستقبل فبهذه القدرات، سيتمكّن طلابنا من أن يلجوا القرن الواحد والعشرين بشجاعة وثقة عاليتين.

الانتقال من السلبية إلى الإيجابية

في كثير من الأحيان يمتلك الطلاب مواقف سلبية تجاه تعلم الرياضيات، وبإمكانك اتخاذ خطوات للتغلب على هذه يمتلك الطلاب؛ إذ باستطاعتك أن تتيح لطلابك الفرصة لإنشاء روابط بينهم وبين الرياضيات حتى يقدّرون قيمة إكتساب المعرفة الرياضية. حيث تكشف أبحاث علم الأعصاب العلاقة بين التعلم الممتع والتشاركي والذاكرة طويلة المدى. ويبذل الطلاب جهداً أكبر، ويثابرون من خلال التحدي حين تكون لديهم أهـداف شخصية محسوسة ودافعية لإتقان المعرفة. فمن خلال الاهتمام والذاكـرة الدائمة، يستطيع طلابك تعلم الرياضيات بفهم عميق، يستمر معهم إلى ما بعد الامتحان، وحتى ما بعد العطلة الصيفية. وتتضمن التدخلات التربوية التي تساعد الطلاب على تجاوز مواقفهم السلبية ما يأتي:

- التقويـم والتخطيـط حتى يتمكـن كل طلاب من العمل علـى المستوى الفردي المناسب للتحدي القابل للتحقيق.
- بنــاء المهـارات الأساسية المفقـودة من خـلال الاستراتيجيات، مثل «الرياضيـات الخاليـة من الأخطـاء»، والتوقـع، والتخميـن، والدعم المصحوب بكلمات مساعدة، والمراجعة، والآلات الحاسبة.
- التدريـس بالتركيز على نقاط القوة لدى الطـلاب، وأخذ اهتماماتهم في الحسبان.
- إدراك العلاقة بين بذل الجهد وتحقيق الأهداف.
- استخـدام استراتيجيات للتقليل مـن ردود الفعل السلبية تجاه ارتكاب الأخطاء (علـى سبيل المثال، عرض ردود الفعـل المناسبة، ومناقشة الأخطاء الشائعة وكيفية تجنّبها)، وزيادة مستويات المشاركة.

وسنكتشـف هذه التدخـلات التربوية في الفصـول اللاحقة، ولكن مفهوم **التحدي القابل للتحقيق** مبدأ أساسي مهم يستحق منّا التأكيد عليه هنا. فالهدف

الرئيس من الكتاب في الواقع، هو تبيان كيفية معرفة مستوى التحدي القابل للتحقيق لدى كل طلاب. فلا يوجد صفان يتشابه فيهما الطلاب في نقاط القوة، والتأثيرات الثقافية، والحاجات الخاصة، والمهارات التأسيسية، والمستويات المفاهيمية في الحساب واللغة وقدرات القراءة. فأحياناً ينضم إلى صفوفنا طلاب أتوا من مدارس كانت أقل نجاحاً في تدريس الرياضيات، أو تستخدم أنظمة تعليمية مختلفة. والمعلمون الذين يستخدمون استراتيجيات متنوعة، ويُكيّفون المنهاج الدراسي وفقاً للمعرفة التأسيسية لدى طلابهم، سيزيدون من احتمالية النجاح في تلبية الاحتياجات المختلفة لهؤلاء الطلاب. ولكن التطوير والتوجيه المهنيين اللذين يستهدفان محتوى المنهاج الجديد يشتركان أحياناً في التقصير. ولسدّ هذه الفجوة، سأشرح كيفية تقويم مستوى التحدي القابل للتحقيق لدى كل طلاب، والذي يناسب كل وحدة تعليمية حتى يصبح بالإمكان تطبيق التدريس على نحوٍ مناسب؛ للتقليل من المعيقات التي تعترض الطلاب وليس إلغاؤها تماماً.

ملاحظة حول (المادة الرمادية)

وجدتُ أن التربويين الذين أعمل معهم في برامج التطوير المهني، وورش العمل يعبرون عن ردة فعل متشابهة عند اكتشافهم كيف يحوّل الدماغ البيانات الحسّية إلى أجزاء من المعرفة، فتأتي لحظة «ارتياحهم من معرفة» لماذا كان أفضل الدروس التي درّسوها ناجحة جدًّا. ونظراً إلى أنهم يستطيعون ربط نجاحهم في التدريس بفهم أي النظم العصبية كانت تعمل بأقصى قدراتها (أي ما حدث لأدمغة طلابهم خلال الدروس حين جرى كل شيء على ما يرام)، مضى هؤلاء المعلمين في تعديل دروسهم التي كانت أقل نجاحاً، وتعاونوا مع زملائهم في الدروس الجديدة باستخدام الأبحاث القائمة على الدماغ بوصفه دليلاً إرشاديًّا.

وتزوّدك أقسام «المادة الرمادية» في هذا الكتاب بخلفية تساعدك على اكتساب المعرفة حول بنية الدماغ ووظائفه؛ حتى تستطيع أن تفهم بصورة أفضل

احتياجات طلابك التعليمية ونقاط القوة في تعلمهم. تساعدك معرفة كون استراتيجية ما استراتيجية عصبية منطقية، على تعديل تلك الاستراتيجية لتناسب الحاجات المختلفة للطلاب والمناهج. وعندما تعرف لماذا تنجح استراتيجيةٌ ما، فستزداد ثقتك بنفسك وقدرتك على توظيف هذه الاستراتيجية في التدريس والتعلم. وسيلمس طلابك هذه الثقة والحماسة اللتين تحظى بهما؛ مما يساعدهم على حبّ الرياضيات بدلاً من النفور منها.

وعندما تشارك طلابك فيما تتعلّمه عن الدماغ، فإنهم دون شك سيطالبون بمعرفة المزيد حول كيفية عمل أدمغتهم، وكيف يمكنهم زيادة مستوى ذكائهم. والطلاب مثلك تماماً، يمكن تمكينهم بعرض الأفكار التي تأتي من فهم لماذا توكيف تعمل استراتيجيات معينة؟ وعادةً ما يكون الطلاب أكثر تقبلاً للمهام المطلوبة منهم حين تكون بحوزتهم أدوات معينة (انظر الملحق ب: دليلك إلى الدماغ)، وسيتعلمون أن أدمغتهم تبني شبكات عصبية أكثر قوة وفاعلية، وتحتفظ بالذكريات لفترة أطول حين يستنتجون المسائل الرياضية ويحلّونها بأكثر من طريقة، ويطبّقون الرياضيات خارج الصف. وستجد أنت وطلابك الإجابة عن السؤال المشهور: «لماذا يتعيّن علينا أن نتعلم ذلك؟» والإجابة هي: «لأنه يساعد على نمو أدمغتنا، وبالتالي نزداد ذكاءً!».

الفصل الأول

عكس السلبية تجاه

الرياضيات من خلال تغيير المواقف؟

«إنني أدع السلبية تنزلق بعيداً عنّي تماماً كانزلاق الماء من على ظهر البطّ. إن لم يكـن الأمـر إيجابيًّا فإنني لا أستمع له. وإن استطعت التغلـب على السلبية، فإن كل شيء سيصبح سهلاً».

جورج فورمان- بطل ملاكمة أمريكي

الخطـوة الأولى لتحقيق النجاح في مـادة الرياضيات، هي اتخاذ الموقف الإيجابي تجاهها، لكن هذا آخر ما نتوقّعه عند كثير من طلابنا.

الطـلاب مثل آبائهم من قبلهم؛ حيث يأتي كثيرٌ منهم إلى الصفّ حاملين معهـم دوماً مشاعر عدم حبّهم لدراسة الرياضيات. فقد كشف استطلاع للرأي أجرتـه عـام 2005 «وكالة أنبـاء أسوشييتد برس» و«أمريـكا أون لاين» ضم ألف شخصٍ بالغ في الولايات المتحدة، أن 37% منهـم ذكروا أنهم كانوا «يكرهون» الرياضيـات في المدرسة. وأظهر الاستطلاع أن أولئك الذين عبّروا عن كرههم للرياضيات كانـوا أكثر من ضعفي أولئك الذين عبّروا عن كرههم لمواد أخرى. (وقـد نفّذ هـذا الاستطلاع شركة إيبسوس العالميـة لاستطلاعات الرأي بنسبة خطأ ± 3% في العيّنة).

قد يعتقد بعض الناس أنه فور تخرّج الطلاب من المدرسة، فإنهم سيدركون القيمـة الحقيقية لمادة الرياضيات التي كرهوها. وقد اتضح من الاستبانة التي أجريـت في الولايات المتحدة لتقويم الكفايـة الرياضية لدى عينةٍ عشوائية من

البالغيـن أن 71% منهـم لم يستطيعوا حساب الأميال لـكل جالون بنزين لرحلةٍ ما، و58% منهم لم يستطيعوا حساب نسبة 10% من إكرامية فاتورة الغداء. ومع ذلك، لم يُعبّر سوى 15% فقط من الذين استطلعت آراؤهم (من عينة الدراسة) عـن تمنّيهم لو أنهم تعلمـوا الرياضيات أو درسوها أكثر فـي المدرسة؛ فيليبس (Phillips, 2007).

تكثـر الخرافات والمفاهيم غير الصحيحـة حول الرياضيات، فعلى سبيل المثال، يشيع الاعتقاد أنه:

- يتعين عليك أن تكون شديد الذكاء؛ كي تصبح جيداً في الرياضيات.
- من المقبول أن تكون ضعيفاً في الرياضيات؛ لأن هذا حالُ معظم الناس.
- لا تُستخدم الرياضيات كثيراً إلا في مهنٍ خاصة.

بالإضافة إلى ما سبق، فإن لدى كثير من الناس موقف يعبّرون عنه بقولهم: «قال والداي: إنهما كانا ضعيفين في الرياضيات؛ فهم لا يتوقعاني أن أكون أفضل منهما في الرياضيات».

لماذا توجد سلبيات كثيرة تجاه الرياضيات؟ تتضمن الأسباب تدني التوقعات الذاتية نتيجة تجـارب سابقة في الرياضيات، وتحيّز الآباء ضدها، وعدم كفاية المهـارات التـي يتطلّبها النجاح فـي تعلّم الرياضيـات، والفشل فـي استخدام الرياضيات من خلال مواطن قوة تعلمها، والخوف من ارتكاب الأخطاء. ويعرف المعلّمون أيضاً تمام المعرفة، أن السلبية تجاه الرياضيات تؤدي إلى عواقب شتّى تشملُ التوتر، وقلّة الدافعية، وتدني مستوى المشاركة، والشعور بالضجر.



المادة الرمادية

تأثير أولياء الأمور

كثيــر من أولياء أمــور طلاب اليوم تعلموا الرياضيات مــن خلال أوراق العمل والتمارين، وبالتالي يتوقعون لأبنائهم مثل ذلك. وأما الآباء الذين تعلّموا الرياضيات عن طريق مهارات الحفظ المتكرر (بدلاً من طريقة البناء القوي للمفهوم)، وكانوا ناجحين فيها، فقد يستاؤون من أن يتعلم أبناؤهم الرياضيات بطرقٍ أخرى كالاستقصاء، أومن خلال الوسائل اليدوية. والنتيجة المحتملة هي شعور بعض الآباء بالإحباط حين لا يكون بمقدورهم مساعدة أبنائهم على أداء الواجبات المنزلية التي لم يعتادوا على مثلها.

ولكــن من المحتمل ألا يتشارك هؤلاء الا مع آبائهــم نقاط قوة التعلم اللفظية واللغويــة والسمعية نفسها. إن أكثر ثلاثة أنواع ذكاء نجدها لدى الطلاب اليوم، هي: الذكاء اللغوي، والبصري—المكاني، والحسّي—الحركي، وهي أنواع الذكاء نفسها التي ميّزت معظم المتعلّمين قبل 25 عاماً مع تغيّر نسبة الطلاب لكل نوع. فانخفضت نسبة المتعلّمين ذوي الذكاء اللغوي (السمعي)، ورجحت نسبة المتعلمين البصريين رجحاناً كبيراً. وتبلغ اليوم نسبة المتعلمين ذوي الذكاء البصري—المكاني أكثر من 50% من الطلاب، منهم 35% من ذوي الذكاء الحسي—الحركي، في حين تبلغ نسبة الطلاب ذوي الذكاء اللغوي 15% فقط؛ غاردنر (Gardner, 2000).

وتشمــل أيضاً قلــة احتمال مواجهة التحدي، والعجز عــن مواكبة الدروس الصفية، وحدوث مشكلات سلوكية، وتجنب حضور حصص الرياضيات المتقدمة الضرورية للتفوق لاحقاً.

العودة بالطلاب إلى «الصورة»

أظهــرت دراسة تتعلق بتصوّر طلاب المدارســ المتوسطة حول المشاركة الأكاديمية (Bishop & Pfl aum , 2005)؛ حيث طُلب إلى طلاب الصفين الخامس

والسادس أن يعبروا عن تجاربهم التعلمية بالرسم، ثم التعبير بالرسم أيضاً عن التجـارب التعلمية التي فضلوها عن غيرها. ُوجـد في رسوم الطلاب في الحالة الأولـى أن التركيز كان على المعلمين والسبورات، ولم يرسموا أنفسهم عادة في الصــور. أما رسومهم حـول التعلم الذي يفضّلونه، فقـد أظهر الطلاب أنفسهم على نحوٍ بارز.

وهذه النتيجة كانت وثيقة الصلة بصورة خاصة بالسلبية تجاه الرياضيات. لذا فكّر في الإحباط الذي ينتج حين يتعلم الطلاب الرياضيات عن طريق حفظ الحقائق وخطوات الحلّ بدلاً من ترسيخ المفاهيم في أذهانهم. فالقسمة الطويلة علـى سبيل المثـال، هي تحدّ مبكّـر في الرياضيـات غالباً ما تُدرّس على أنها عملية تتكون من خطوات يحفظها الطلاب، وهي تتضمن عمليات الطرح والجمع والضرب، وكثيراً ما يكون هذا قبل أن يتقن الطلاب هذه المهارات الأولية إتقاناً جيداً. وعليه، فإن الطلاب عادة ما يواجهون صعوبة في حل مسائل القسمة الطويلة التي لها باقٍ (مثل، 67÷8=8 ويبقى 3). وغالباً ما يكون حلّ مثل هذه المسائل ليس ممتعاً للطلاب، ولكن حينما يُنجزون ما يكفي من التمارين، تتكوّن لديهم الأسس الرياضية الضرورية للنجاح (عادة يحدث هذا في الصف الخامس أو السادس)، وعندئذٍ يُطلب إليهم كتابة ناتج القسمة بالكسور العشرية أو الاعتيادية دون كتابة الباقي، ومن غير تفسير. ويطلب أيضاً الكتاب المدرسي والمعلمون إلى الطلاب تقريـب الإجابة إلى أقرب جزء من العشـرة، أو أقرب جزء من المئة، أو كتابتها على صورة عدد كسري (رقم صحيح وكسر)، أو على صورة كسور اعتيادية.

وغالبــاً لا يتـم إخبار الطلاب **لمـاذا** يتعيّن عليهم القيـام بهذه التغييرات، وإن أُعطيت لهم أسباباً فإنها في الأغلب، تكون إما مُربكة أو غامضة. وأذكر أول مرة حدّدتُ تمريناً من الكتاب بوصفه واجباً منزليًّا يطلب كتابة الإجابة بأشكال مختلفة، لم يكن لديّ سبب منطقي واضح أعرضه على طلابي في الصف الخامس؛

حيث لا يُقدم للطلاب تفسير حول أيّ أشكال الإجابة أفضل، أو متى يُستخدم كل شكل من هـذه الأشكال التي تظهر دائماً في الواجبات المنزلية والامتحانات. لا يتاح للطلاب في كثير من المدارس فرصة المشاركة في النقاشات الصفية حول التطبيقات الحياتية لمعنى الباقي، أو الكسور العشرية في الحياة.

فعلى سبيل المثال، عندما يتعلق الموضوع بمعدل الفائدة على مبالغ كبيرة من المال، فإن الفرق بين 8.3 و 8.375 في المئة يكون مهمًّا جدًّا للمقترض. وفي أحيان أخرى لا يكون الباقي أو الكسور العشرية ذا أهمية، مثل حساب: كم طاولة تتّسع لثمانية أشخاص نحتاج لجلوس 67 طفلاً إليها في حفلة بيتزا؟ فسواء أكان الباقي 3 أو كان ناتج القسمة 0.375، فإن هذا لا يشكّل فرقاً حقيقيًّا؛ لأن أي باقٍ أو كسرٍ عشري يعني أننا في كل حال بحاجة إلى طاولة إضافية.

وفي ضوء ذلك، لماذا نستغرب وجود السلبية والإحباط والتوتر لدى الطلاب، تجاه الرياضيات؟ إنهم يُطالبون عادة بحفظ خطوات الحلّ، –الذي كان مقبولاً في السنة الماضية ولم يعد كذلك، ومن ثم يتذكرونها–دون تفسير أو ربط بالمفاهيم. ونادراً ما يُعدّ المنهاج لتلبية اهتمامات الطلاب من خلال إتاحة الفرصة لهم أن يتعلمـوا **ما يريدون** ليتعرفوا كيف يكتبون الباقي بأشكال عدة. إن الدماغ –الذي يعمل على مستوى استيعاب المعلومات وتشكيل الذاكرة– لا يهتم بذلك دون وجود قيمة شخصية واضحة تماماً.

يفهم الطلاب الرياضيات حينما يرون تطبيقاتها في الحياة اليومية بطرق تجذب اهتمامهم، وبعبارة أخرى، عندمـا يستخدمون الرياضيات بوصفها أداة تلبـي احتياجاتهم. ولا يُروّج لذلك في المسائـل النصيّة التي تتناول عدد الكتب الدراسية، أو عدد الطلاب في الصف. ولكنك حين تعطي مجموعات صغيرة من الطـلاب 67 عود أسنان وبعض البطاقات، وتطلب إليهم حلّ مشكلة المقاعد في حفلـة البيتزا التي سبق ذكرها، فإنهم سيبنـون المعرفة السابقة حول المواقف

الحياتيــة، وهنا لا يكون للباقي الحسابي معنى مفيــد. وحين يفكّرون في تقسيم القطع المتبقية من البيتزا إلى أجزاء، فإنهم سيدركون أن الكسور الاعتيادية أو الكسور العشريــة أدوات قيّمة لتحقيق العدل في مشاركة تناول البيتزا، في حين يعنــي وجود «الباقي» أن هناك قطعاً من البيتزا المتبقية في العلبة؛ لأنه لا توجد وسيلة لتقسيمها.

تُدرّس معظـم المهارات الحسابيــة الابتدائية من خـلال التذكّر الصمّي (الحفظ عن ظهر قلب)، وتقوّم بوساطة الامتحانات لاختبار الذاكرة. والأطفال الذين لا يتفوقون في حفظ الحقائق غير المترابطة يكونون أقل نجاحاً، وينتابهم الشعـور بعدم الكفاية، ويفقدون الثقة في قدرتهم علـى حلّ المسائل الرياضية. وعليــه، تتولد لديهم سلسلة من القلـق المتزايد تجاه الرياضيات، وقلة الثقة في النفســ والانعزال والفشل. وهذا ممــا يؤسف له؛ لأن القدرة على حفظ العمليات الحسابية الأساسية وجداول الضرب لا تحدد من هو الذي يمكن الارتقاء بمستوى إمكاناته في الرياضيات. ولكن القدرة على تمييز الأنماط، وبناء المفاهيم العقلية التي تستخدم الحقائق الرياضية الأساسية هو أمر أكثر أهمية.

والرياضيــات التــي «تُدرّس من أجل الامتحان» لهــا أثر سلبي حتى لو نجح الأطفال في استخدام هذا النهج. والمشكلة هي ليست وصول الأطفال إلى مستوى التوقعات من الامتحانات المقنّنة، وفعلاً سيصلون إليه، ولكن إنجازاتهم ستتوقف عند هذا الحــد. وإذا كان منهاج الرياضيات المستخدم لا يتضمن مسائل يريد الطلاب إيجاد حلول لها، ومناقشات تربط بين هذه المسائل وما يحتاج الطلاب إلــى تعلّمه، فــإن تدخّلاتك التربوية ستكــون مهمة كي لا يــزداد شعور الطلاب بالمشاعر المتناقضة والنفور من الرياضيات.

بناء الاتجاهات الإيجابية في الرياضيات

قبل أن يصبح الأطفال مهتمين بالرياضيات لا بد من أن يشعروا بالراحة تجاهها، والإحساس ببيئة آمنة ماديًّا ونفسيًّا قبل أن يبدؤوا التعلم، حيث يبني الطلاب استراتيجيات تعينهم على المرونة والتكيف حين يتعلمون كيف يستخدمون قدراتهم الأكاديمية في بناء المهارات والاستراتيجيات الرياضية. وتعينهم تدخّلاتك التربوية على تقوية بناء شبكات المفاهيم، حيث تُنقل المعلومات عبر المرشّحات العاطفية في الدماغ إلى المنطقة التي تتركز فيها مهارات التفكير عالية المستوى، أيْ منطقة قشرة الدماغ الأمامية. ومع مواصلة التمرين، سيكون باستطاعتهم استخدام أعلى مستويات التحليل في قشرة الدماغ الأمامية لتقييم المعلومات التي يستقبلونها، واكتشاف حلول إبداعية للمسائل الرياضية (بالإضافة إلى المسائل في المواد الأخرى جميعها). ولاستيعاب كيف يتعلّم طلابك بصورة أفضل، لا بدّ أولاً من أن تتعرف كيف تقدم المعلومات إليهم عبر هذه المرشّحات كي تبدأ ببناء الإيجابية تجاه الرياضيات.

استراتيجية: نظّم اجتماعات عائلية

لا أحد يرغب في زيادة العبء على الطلاب، خاصة عندما تشكّ في أن أحد الطلاب سيعاني من إساءة عاطفية وربما جسدية إذا لم يكن على مستوى توقعات والديه في الرياضيات. إن أولياء الأمور الذين يتوقعون من أطفالهم توقعات عالية جدًّا، غالباً ما تدفعهم هذه الرغبة إلى أن يشاهدوا تحصيل أطفالهم أكثر مما حصلوا عليه.



المادة الرمادية

اللوزة الدماغية: مرشح التوتر

إن تغيير المواقف السلبية تجاه الرياضيات قد يستغرق شهوراً إذا كان الشعور بالتوتـر عند طلابـك مستمرًّا لدرجـة الإحساس بالعجز واليأس. وإذا كان طلابك يشعرون بالقلق في حصة الرياضيات، فهناك احتمال قليل من وصول المعلومات التي تدخل أدمغتهم إلى منطقة التفكير الواعي، ومناطق الذاكرة طويلة المدى في قشرة الدماغ الأمامية، وعندئذ لن يتعلّموا شيئاً. فالتوتر هو الحاجز الرئيس للمرشح ويجب التغلـب عليه. ويمكن تخيل كيف يؤدي التهديد الحقيقي أو الخيالي إلى التوتر، تماماً كما ينتج الإحباط عند الحيرة **والملل** من التكرار.

يعيق التوتر تدفق المعلومات عبر اللوزة في الجهاز الطرفي الدماغي (أي الجزء الذي يتحكم في العواطف) إلى قشرة الدماغ الأمامية، وتوجه أيضاً المدخلات الحسية إلى المناطق الذاتية والانعكاسية في المنطقة السفلية من الدماغ. وهذه الأجزاء هي الشبـكات اللاواعية والأكثـر بدائية في الدماغ التي تجعل الجسـم مستعدًّا لمواجهة الخطر المحتمل، وهي خاصة بردود الفعل السريعة مثل المقاومة أو الهروب أو الفتور. وفـي حالات الإجهاد، فـإن العواطف تسيطر على المعرفة مما يحدّ من تأثير التفكير المنطقي في قشرة الدماغ الأمامية في السلوك والتركيز والذاكرة وحل المشكلات؛ كييناست وآخرون (Kienast et al, 2008). وتعيق أيضاً التجارب السابقة السلبية تدفق الذكريات المُخزّنة (عبر اللوزة) الضرورية لفهم المعلومات الجديدة ذات الصلة، واستخدام المعرفة التأسيسية لحلّ المشكلات الجديدة؛ لو دو (LeDoux, 1994)

لقـد بدأ فهم آثار التفكير المرتبط بالتوتـر ومشكلات الذاكرة على المستوى العصبي، حيث تعزز العواطف الإدراك والتعلم أو تضعفهما؛ جولمان (Goleman, 1995). وحينمـا يشعـر الطلاب بالتوتـر، فإنهم لا يستطيعون استخـدام أدمغتهم، وبالتالي فإن تخفيف التوتر المتعلق بالرياضيات هو مفتاح النجاح.

ولكن يا للأسف، حين يستوعب الأطفال هذه التوقعات ولا يحقّقونها، فربما يعانــون مــن الاكتئاب أو القلــق أو الأمراض الجسدية (فالمستويــات العالية من الكورتيزول المصحوبة بالتوتر المستمر يقلّل من استجابة المناعة)، أو الأمراض النفسية، أو قد يؤذون أنفسهم والآخرين جسديًّا.

وتساعد الاجتماعات العائلية أولياء الأمور على معرفة بعض الأدلّة العلمية التــي تربط تأثير التوتر بالنجاح الأكاديمــي. وهذه التدخلات التربوية ستمكّنك أيضــاً مــن أن تشــرح أن أول خطوة للنجــاح في الرياضيات هــي تكوين الموقف الإيجابي تجاه موضوعاتها، وليس فقط تجاه العلامات المدرسية المرتبطة بها.

ويمكنــك أيضاً أن تقتــرح على أولياء الأمور طرقــاً ليشاركوا فيها بطريقة إيجابية. ووضّح لهم أيضاً أن الدماغ يكون متقبلاً لتعلم موضوع ما بصورة أفضل عند وجود ترابط واضح بين هذا الموضوع وأمر ذي قيمة بالنسبة للطفل. ويمكن لأوليــاء الأمــور أن يتصرفوا كما لــو أنهم «مناصري الرياضيــات»، فيبحثوا عن طــرق لدمج الرياضيات المستخدمة في الحيــاة العملية مع اهتمامات أطفالهم وهواياتهم. فمثلاً، يمكنهم تشجيع أطفالهم على حساب الفترة الزمنية حتى يبدأ البرنامــج التلفزيوني المفضل لديهــم؛ كأن تكون الساعة تشير إلى الثالثة 3:00 وموعــد البرنامج يبدأ فــي 5:30. ويمكنهم أيضاً مساعدة الأطفال على المقارنة بين أثمان الأشياء التي يحبّونها (كالدراجات والألعاب والحاسوب) في إعلانات الصحف التي تعرض نسباً متعددة من الخصومات على مختلف الأسعار الأصلية.

استراتيجية: إعادة الامتحان للتخلص من التوتر

طمئن الطلاب جميعاً أنهم إن أرادوا الحصول على علامات مرتفعة فستتاح لهم الفرصة لذلك، مثل إعادة الامتحان، مما يمكّنهم من استعادة قدرتهم على السيطرة. ولمّا كان التحسن في الرياضيات يستند بقوة إلى المعرفة التأسيسية،

لـذا فإن الطلاب يحتاجون إلى إتقـان كل موضوع من موضوعات الرياضيات- التي تشكّل الأساس العلمي الذي ينطلق منه الطلاب؛ لتوسيع الشبكات العصبية للأنماط والمفاهيم- قبل أن ينتقلوا إلى المستوى التالي. وتمنح إعادة الامتحان أيضـاً الفرصة لإعادة تقويم الإجابـات وإجراء التصويبات الضرورية. ولضمان إتقان الطلاب مبحث الرياضيات، فإنه ينبغي إعادة الامتحان إذا كانت درجاتهم أقـل من 85 في المئة؛ والهدف الأساسي هو أن يتعلم الطلاب لكي يتقنوا المادة الضرورية التي يتطلبها تكوين خلفية علمية كافية لديهم لضمان نجاحهم عندما ينتقلون إلى المراحل التالية.

إن تحمل المسؤولية المتعلقة بإعادة الامتحان تسمح للطلاب ببناء مهارات تتعلـق بالاعتماد على الذات، والتخطيط للأهـداف، والتعلم المستقل. ولكن قد يبدي أولياء الأمور والزملاء مخاوفهم من أن الطلاب قد لا يشعرون بالمسؤولية أو الجدّيـة عندما يعلمون أنهم سيحصلون على فرصة ثانية (لإعادة الامتحان). ولكن تزداد المسؤوليـة لدى الطلاب عندما يُطلب إليهم تقديم أدلة على اتخاذ إجراءات تصحيحية، كالمشاركة في التدريس، أو القيام بمراجعة المهارات، أو إعطاء أمثلة من النص توضح بصورة صحيحة كيفية حلّ هذا النوع من المسائل. وإذا حُسـب متوسط علامتي الامتحـان الأول والثاني فسيدرك الطلاب أنهم ما زالوا مسؤولين عن علامة الامتحان الأول.

وعند التعامل مع الغش (وهي ردة فعل مؤسفة ناجمة عن التوتر من العلامات التـي تقللّ من مستويات الثقـة وتقدير الذات)، فإن خيار إجراء إعادة الامتحان هو أسلوب إيجابي للتعامل مع العلامات المتدنيّة. وتستغرق إعادة الامتحان جزءاً مـن وقتك، غير أنها تظهر لطلابك أنك تحتـرم قدراتهم كي يصبحوا متعلمين ناجحين ومسؤولين.

✣ استراتيجية: وصف قيمة الرياضيات

إن المفتاح لزيادة اهتمام الطلاب بالرياضيات هو أسر خيالهم. فبدلاً من أن تدعهم يعتبرون الرياضيات مادة دراسية مبعدة (مهملة)؛ اعرض عليهم قيم الرياضيات الكاملة بطرق تلهمهم. فإذا كنت تدرّس المرحلة الابتدائية، فابحث عن فرص خلال اليوم كي تبيّن للطلاب طرقاً تبين كيف يستفيدون من الرياضيات، وأنها قابلة للتطبيق في مجالات اهتمامهم. فمثلاً، يمكن للطلاب استخدام الرياضيات في تحديد عدد الطلاب المتغيّبين عن طريق عدّ الطلاب الحاضرين، وطرح الرقم من العدد الأصلي للطلاب.

أما في المراحل العليا، فالتخطيط عبر المنهاج هو طريقة لتحقيق هذا الهدف. فمثلاً، يمكن للطلاب الأكبر سنًّا حلّ مسائل مهمّة تتعلق بعدد التذاكر

المادة الرمادية



كيف يعزّز الموقف الإيجابي حلّ المشكلات

حلّ المشكلات بالفطنة هو وظيفة القشرة الحزامية الأمامية ضمن قشرة الدماغ الأمامية، وهذه القشرة تحدّد أيضاً مصادر الانتباه وتعدّل الدوافع (الحوافز). وقد أظهرت صور صُورّت بالرنين المغناطيسي الوظيفي (fMRI) نشاطاً أيضيًّا متزايداً في هذه المنطقة حين يفكّر الخاضعون للتجربة في كيفية حل مشكلة ما. وأظهرت دراسة حديثة أجراها سوبرامانيام، كانيوس، بودين، باريش، جونغ-بيمان (Subrama-niam, Kounios, Bowden, Parrish & Jung-Beeman, 2009) تفاعلاً متزايداً للقشرة الحزامية الأمامية للخاضعين للتجربة، نتيجة للتنبؤ بمعرفتهم التي ستحدث لاحقاً بالإجابة قبل أن يفكروا في الإجابة. وتزيد حالات العواطف الإيجابية من النشاط الأساسي في القشرة الحزامية الأمامية زيادة كبيرة، وقد رُبطت بالحلول الأكثر نجاحاً للمشكلات.

وأثبتت دراسة أخرى ذات صلة؛ أجراها فريدريكسون، توجايد، ولاركين، (Fredricson, Tugade, Waugh & Larkin, 2003) أن حالات العواطف الإيجابية والحلول الإبداعية للمشكلات توسّع من الرؤية الشاملة، في حين تعمل العواطف السلبية على تضييقها، وأظهرت أيضاً بأنها تحُدّ من الفطنة (البصيرة).

وأسعارها التي يحتاجون إلى بيعها لتغطية نفقاتهم للذهاب في رحلة ميدانية. وعندما تزيد الشعور الإيجابي لدى طلابك تجاه الرياضيات، فإنك تفتح مرشحات أدمغتهم التي تعيق استيعابها ، وتعزّز الذاكرة طويلة المدى، وتشجع الفهم العميق للمفاهيم بدلاً من مجرد التذكّر الصمّي (حفظها عن ظهر قلب).

✣ استراتيجية: ابدأ العام الدراسي بإظهار اهتمامك

إذا كنت تقرّ باحتمالية وجود تجارب سلبية سابقة لدى طلابك في الرياضيات، وتودّ إظهار اهتماماتهم بالرياضيات بوصفهم أفراداً، فاطرح عليهم أسئلة يمكنهم الإجابة عنها في دفتر الرياضيات اليومي، أو من خلال المناقشات الصفية، أو بإجراء محادثات خاصة مع كل طلاب، ثم استخدم دفتر الرياضيات اليومي كي تمنح الطلاب الفرصة لإخبارك عمّا فعله المعلمون السابقون، وهل وجدوه مفيداً أو لا. تشير إجابات طلابي أحياناً إلى أمور أقوم بها تؤدي إلى إزعاجهم، فمثلاً «تسمح المعلمة بحدوث ضجيج في الصف، ومن ثم تتحدث بصوت أعلى من ضجيج الصف». وهناك إجابات أخرى كانت نوافذ تساعد على معرفة أسباب مشكلات معينة، كالمشاركة القليلة. كتب طلاب آخر: «حين أطلب إلى المعلمة مساعدتي على مسألة ما، تجيبني: ما الذي لم تفهمه بالضبط؟ لذا توقّفت عن الأسئلة».

ابحث عن طرق لتشجيع الذكريات الإيجابية للتجارب المدرسية، واستخدم هذه الذكريات لإثارة الدافعية لدى الطلاب. فعلى الأرجح لا بد من أن يذكر كل

طلاب تجربة إيجابية واحدة على الأقل تتعلق بالمدرسة، وإن لم تكن تتعلق بمادة الرياضيات. لذا، عليك إثارة هذه الذكريات الإيجابية من خلال الأسئلة التالية:

- هــل تذكر موقفاً كنت فيه متحمّساً لشــيء ما في المدرسة؟ ربما كنت متوتــراً، لكن حيــن بدأت تذهب إلــى الروضة هل شعــرت أيضاً بأنك أصبحت «طفلاً كبيراً»؟ هل كنت تبحث في شوق عن تجربة بعض الأمور الجيدة التي سمعت بها مثل عمل بصمات لأصابعك، واللعب في ملعب المدرسة الجذاب، والحصول على لوازم مدرسية جديدة، وتعلم أشياء جديدة، ومقابلة أصدقائك كل يوم؟
- هــل تذكر موقفاً كنت فيه فخوراً لإجابتك عــن سؤال، أو حين حصلت على علامة جيدة بعد أن درست بجدّ؟

هــل ساعدت صديقاً على فهم معلومة ما فــي الصف، أو دعوت زميلاً لك للانضمام إلى مجموعتك إن لم يكن ضمن مجموعة؟

بعــد مناقشة طلابك في بعض هذه التجارب الإيجابية، تحدّث عن أسباب تغير موقفهــم تجاه الرياضيات نحو الأسوأ، وكيف حــدث ذلك، قبل أن يلتحقوا بصفك. وعندما تتبع هذه الطريقة، سيبدأ الطلاب ببناء مجتمع صفي يشعرون فيه بالدعم حين يستمعون إلى تجارب زملائهم المتشابهة مع تجاربهم ومشاعرهم. ويمكن للأسئلة التالية أن تشجّع مثل هذه النقاشات:

- متــى استيقظت من النوم ولــم تودّ الذهاب إلــى المدرسة، وتمنّيت لو كانت عطلة نهاية الأسبوع؟
- مــا الذي جعلك تشعر بالنفــور من المدرســة، والرياضيات، مما فعله المعلمون؟

- هل فقدت الاهتمام بالتعلـم، لأنك لم تتعلم أشياء جديدة، أو لأنك لم تفهم أموراً اعتقدت أن الآخرين جميعهم قد فهموها؟

قـد تحتاج إلى تحفيز هذه النقاشات المتعلقة بالسلبية من خلال تجاربك الشخصية، وإن فعلت ذلك فستزيد من الروابط بينك وبين طلابك. تذكّر الأوقات التـي شعرت فيها بأنك أمام تحـدٍّ يفوق استطاعتك، أو شعرت بعدم الانتماء، أو كنت مستعدًّا للاستسلام، فكيف كان شعورك؟ إن هذه المشاعر في الاحتمالات جميعهـا، تشبه كثيراً من الأحاسيس التي يمر بها طلابك. لذا شاركهم في هذه التجارب، واذكر لهم الحلول أو الوسائل التي واجهت بها السلبية، وتغلّبت عليها.

استراتيجية: دع طلابك يقيّموك

غالباً مـا تكون التقارير والعلامات المدرسية تجـارب تسبّب توتراً عالياً، وتُبقـي الذكريات السلبية قوية؛ لذا اشرح لطلابك بوضوح سياستك في تسجيل النقـاط (العلامات ونحوها) على العمـل الجزئي (إن كانت هناك محاولة جادّة لحـلّ المسألة)، وتصحيح الواجبـات المنزلية. والفت انتباههـم إلى أن مجرّد نسخ الأسئلة سيساعدهم على بناء أدمغتهم الرياضية، وكذلك عندما يراجعون الواجبات المنزلية، فإنهم سيحققون نجاحاً أكثر حين يعودون إلى قراءة الأسئلة التي نسخوها بدلاً من أن تكون دفاترهم صفحات بيضاء.

أمنحُ طلابي الفرصة ليحدّدوا المجالات التي سيقيّمونني فيها لتزويدي بعد ذلك بتقرير بالدرجات التي حصلت عليها. وقد اختار طلاب الصف السابع الذي أدرّسه أخيراً، مجالات التقييم الآتية: **اللطف، التنظيم، العدل، الوديّة، المحاباة، المعرفة بالمادة، الفكاهة، الاستماع، الشرح الجيد للمادة.**

كانت العلامات الأعلى في أول حصة للتقييم، في المجالات الآتية: **اللطف، الـوديّة، العـدل، المحابـاة** (أي عدم وجودها)، **المعرفة بالمـادة.** ولكنّ كثيراً من

طلابـي شعروا بأنني في حاجة إلى تحسين مهارتـيّ الاستماع والشرح، وأُصبت بخيبـة أمل لأننـي اعتقدت أن أدائي كان جيداً في هاتيـن المهارتين؛ لذا طلبت إليهم أمثلة محددة (كان باستطاعتهم ذكرها شفهيًّا أو كتابيًّا دون ذكر أسمائهم)، وتلقّيت إجابات قيمة. ثم طلبت إلى زميلة لي حضور حصص عدة، والتركيز على هذيـن المجالين، وساعدتني على تحديد الأوقات التي كان بإمكاني أن أشرح أو أستمع فيها بصورة أفضـل، وأجريت بعض التغييرات. وكانت هذه تجربة قيّمة، واستمـررت أوضح لطلابي أنني أقـدّر آراءهم في كل مرة يقوّمونني فيها. وآمل أن أستجيب لآرائهم بصورة أفضل لأني مازلت أتعلّم.

عندمـا تساعد طلابـك على بناء موقف إيجابي تجـاه الرياضيات، فإنهم سيهتمـون بالمادة وتصبـح لديهم الدافعية للتميز فيهـا؛ لأنهم يقدّرون قيمتها. وعندمـا تعرض التجارب والفرص التي تلهم الطلاب لقياس الأمور التي حولهم والاستفسـار عنها وتحليلها، فعندئـذٍ سيرغبون في اكتسـاب المعرفة والأدوات الرياضية التي يتطلبها تحقيق هذه الأهداف. وما إن تفتح للطلاب الأبواب التي كانـت مغلقة بالمشاعر السلبية، فعندئذٍ ستصبـح الرياضيات أداة سهلة وقيّمة تساعدهم على الفهم والوصف، وتزيد من قدرتهم على التحكم في العالم الذي يعيشون فيه.

الفصل الثاني

فهم التحدي القابل

للتحقيق والتخطيط له

«يكمن سرّ البدء في تقسيم مهامّك المعقدة والمُربكة إلى مهام صغيرة وسهلة، ومن ثم البدء بأولها».

مارك توين- كاتب أمريكي

تخيل المشاهد (السيناريوهات) الآتية، وردود الفعل الشخصية التي ستنشأ عنها على الأرجح:

- هبطت بالمظلة على قمة منحدر شاهق في منتجع للتزلج على الجليد، في حين لم تكن لديك الخبرة إلا للتزلج على المنحدرات المخصّصة للمبتدئين.
- تحتّم عليك قضاء النهار وأنت تتزلج على تلة صغيرة، في حين أنك متزلج محترف.
- تخيل أنك تمارس لعبة رمي السهام، والهدف يبعد عنك قدمين.
- تخيل أنك تمارس لعبة رمي السهام، والهدف يبعد عنك مئتي قدم.
- تخيل أنك في الصف الثالث تحاول حل لغز الكلمات المتقاطعة المخصصة للمحترفين.
- تخيل أنك شخص كبير تحاول حل لغز الكلمات المتقاطعة المخصصة للأطفال.

سشعر في كل موقف من هذه المواقف المتطرفة إما بالإحباط وإما بالملل تبعاً لمستوى **التحدي القابل للتحقيق** الذي تتعامل معه. لذا، فالتفكير في هذه المشاعر الشخصية يساعدنا على فهم مشاعر الطلاب الذين لا يمتلكون الخلفية الأساسية لفهم الموضوعات الجديدة التي يتعلمها طلاب الصف، أو مشاعر أولئك الطلاب الذين أتقنوا هذه الموضوعات ويشعرون بالملل من الاستماع إلى الدروس التي لا تقدم لهم معلومات جديدة.

تسير دروس الرياضيات في المنهاج غالباً على وتيرة واحدة، دون اكتراث لمستوى كل طلاب في إتقان المفاهيم القبلية.

وسيشعر الطلاب الذين ليس لديهم مواقف سلبية تجاه الرياضيات على الأرجح، بالملل حين تُكرر عليهم الدروس التي أتقنوها. وبالمثل، فإن الطلاب الذين لا يمتلكون المهارات الأساسية الضرورية أو الذين يعجزون عن متابعة الدروس سيشعرون بالإحباط.

إدخال التحدي في المعادلة

عند انخراط الطلاب في التعلم، فإنهم بحاجة إلى تحدٍّ مناسب قابل للتحقيق. وتحتاج هذه التحديات القابلة للتحقيق من الطلاب إلى بذل جهد عقلي كي يؤدوا مهمة صعبة إلى درجة كافية لإثارة اهتمامهم، ولكنها ليست صعبة إلى درجة تجعلهم يستسلمون ويُحبطون. وفي الواقع، سيصبح تركيز العقل عند تحقيق هذا التوازن، أمراً ممكناً مدة طويلة من الزمن.

إذا أعطيت طلابك الذين لديهم سلبية تجاه الرياضيات امتحاناً في موضوع أتقنوه قبل سنوات، فإنك في هذه الحالة لن تحسّن من شعورهم بصورة إيجابية نحو الرياضيات، مثل اختبار طلاب الصف الخامس في جمع أعداد صحيحة كل منها مكون من رقم واحد. قد يتفوق الطلاب جميعهم في الامتحان، لكنهم

إذا لم يشعروا بأن هذا الإنجاز كان تحديًّا لهم، فإنهم عندئذٍ لن يشعروا برضاً حقيقيٍّ عن تفوقهم هذا .

ويكون التحدي محفّزاً قوياً للطلاب عندما يشعرون بأن المهمة الموكلة إليهم تحقق لهم فائدة، ويستطيعون أن ينجحوا فيها إذا بذلوا جهداً وكانوا مثابرين. ولما كان باستطاعة مرشح اللوزة العصبية (كما شُرح في الفصل الأول) إعاقة التعلم عند شعور الطلاب بالتوتر أو الإحباط أو الارتباك، فإن التعلم المثالي المناسب لكل فرد هو الذي يتضمن تحديًّا قابلاً للتحقيق. والتحدي القابل للتحقيق وسيلة فعالــة؛ لأن كل تجربة ناجحة تؤدي إلى زيادة مستوى الناقل العصبي في الدماغ الذي يُدعى الدوبامين، الذي يصاحبه الشعور بالمتعة وانخفاض درجة القلق تجاه ضغوطات عدة بما فيها الرياضيات (كييناست وآخرون، 2008). والمكافآت الفعلية الناجمــة عن حل مشكلات التحدي هي مكافآت فعالــة، وأن ردة فعل الدوبامين الجالب للمتعة أيضاً تشجع على ممارسة تجارب مماثلة لاحقاً.

إذا كانت الإنجازات الحقيقية مصحوبــة بتحديات مناسبة، فعندئذٍ يفوز الطلاب بمكافأة على إتقانهم وجهدهم ومثابرتهم. وحين يحدث ذلك، تقلّ السلبية تجاه الرياضيات، وسيتمكنون من التغلب على المشكلات بسرعة، وسيجد الطلاب أنفسهم متعلمين للرياضيات ومبدعين فيها، في الوقت الذي يكتسبون فيه الثقة والفضول والمرونة والمثابرة والاهتمام والابتكار. وأما الطلاب المثقلون بالسلبية، فعلى المعلمين استخدام أساليب متنوعة ليوفروا لهم فرصاً للنجاح عند تنفيذهم التحدي، ولكن يتعين تقديم مساعدات كافية لهم لطمأنتهم بأن الفشل أمر نادر الحدوث. (ستجد وصفاً لمثل هذه الأساليب في الفصول اللاحقة).



المادة الرمادية

دورة مكافأة الدوبامين

الدوبامين هو ناقل عصبي صديق للتعلم ومرتبط بالمشاعر الممتعة والدافعية والذاكـرة والتركيز. ويتحكم في إطلاقه وإيقافه هيـكل عميق في الدماغ يسمى نواة أكمبنس (أو النواة المتكئة). والبشر بفطرتهم يضعون قيمة إيجابية للأفعال أو الأفكار المرتبطة بإطلاق الدوبامين وبالمتعة.

أحد المثيـرات المتعلقة بإطلاق الدوبامين هو الوعـي باتخاذ قرارات صائبة؛ فالدماغ يقدّر الإجابة الصحيحة أكثر عندما يكون السؤال أو حل المشكلة ضمن نطاق التحدي للشخص، وليس عندما يحتاج ذلك إلى قليل من المجازفة أو الجهد. إن ارتفاع مستوى الدوبامين أو انخفاضه بوصفه رد فعل على الرضا عن الاختيار الصائب (الإجابة الصائبة) هو طريقة لتعلم المعلومات التي حصل عليها من المشاركة، أيّ الإجابة عن السؤال. ويفضّل الدماغ الأفعال التي تُطلق كميات كثيرة من الدوبامين ويكرّرها. وبهذه الطريقة، يساعدنا الدوبامين على الاختيار من بين مجموعة من البدائل.

لا يسبـب إطـلاق الدوبامين الشعور بالمتعة فحسب، بـل يقلّل أيضاً من القلق ويزيـد الذاكرة. وقد أظهرت دراسة أجريت علـى الجرذان أن إطلاق الدوبامين في الحصين (منطقة في الدماغ– المترجم) يحفّز نقاط الاشتباك العصبي بين الخلايا العصبية، وبالتالي ينشئ روابط أقوى، ويؤدي إلى تخزين طويل المدى للذاكرة؛ لي، كولين، أنويل، رووان (Li, Cullen, Anwyl & Rowan, 2003). وهكذا، إذا اتخذنا القـرارات الصائبة، ستجلب مكافأة الدوبامين لنـا المتعة، وتقوي الذاكرة. وعندما تكون مستويـات الدوبامين في اللوزة العصبية مرتفعة، يزيد اتصال اللوزة بالقشرة الحزامية الأمامية، وهي جزء من قشرة الدماغ الأمامية التي ترتبط بحل المشكلات. وقـد ارتبط هذا التأثيـر بالخاضعين للاختبار الذين حصلـوا على نقاط متدنية في اختبـار القلق. ويُخمّن فريق البحـث أن إطلاق مستويات مرتفعة من الدوبامين يقلّل من ميل الشخص إلى مواجهة الأحداث المجهدة له (كييناست وآخرون، 2008).

وكلما تقدّم الطلاب أكاديمياً، استمرت دورة مكافأة الدوبامين في توليد الشعور بالمتعة. وبالمقابل، تحفّز هذه المشاعر المثابرة، وتزيد من احتمال ارتكاب الأخطاء.

التعلم من ألعاب الفيديو

ألعاب الفيديو هـي مثال على إغراء التحدي القابل للتحقيق؛ لأنها تساعد الطـلاب على تحقيق الأهداف الشخصية المرغوب فيها. وهذه الأهداف ليست جوائـز مادية أو مالاً أو شهرة، ولكنها مرتبطة غالباً بأهداف اللعبة، وهي إتقان المهارات التي تنقذ بطل اللعبة، أو الوصول إلى الكنز، أو حل الأحجية، أو التغلب على الخصم. ويمكن ترجمة هذه الأهداف إلى الرياضيات مادمنا نستخدم نموذج التحـدي القابـل للتحقيق (من خلال أساليب التمايـز والتفريد)، وربط أهداف التدريس بأهداف الطلاب واهتماماتهم. وترجمة نموذج التحدي الكبير في ألعاب الفيديو وإحضاره إلى الصف، على أن يكون مناسباً لمستوى قدرات الطلاب، مما يؤدي إلى دروس مُرضيــة، ومثيرة للدافعية، ومصمّمة بصورة استراتيجية حتى يصل الطلاب مرحلة الإتقان.

توصّلت دراسة أجريت حول الأسباب التي تجعل ألعاب الفيديو مثيرة جدًّا، إلى أن العنصر الرئيس هو وجود **تحديات متنوعة مستندة إلى قدرات اللاعبين**؛ حيــث إن الألعاب الأكثر شهــرة ترتقي باللاعبين إلى مستويات تحدي أعلى كلما اكتسبوا مهارات أكثر فأكثر، وأصبحوا بارعين. وعندما تتحسن المهارة يؤدي ذلك إلــى تحفيز اللاعب للتحدي، ومن ثم إلى تحقيق تفوق جديد بدرجة مناسبة، إذ يستطيع تحقيق الهدف التالي بالممارسة والمثابرة. وأكثر ألعاب الفيديو تحفيزاً للاعبين هي تلك التي يبدأ بها اللاعب بالخطوة الصحيحة بنسبة 80% في المرة الأولى، ومن ثم تتصاعد النسبة إلى 100% حيث يصل إلى المستوى التالي. وفي هذه الألعاب، يشعر اللاعبون بالتحدي الكافي والمكافأة المجزية الكافية لمواصلة التمرين؛ مالون (Malone ,1982).

إن التحـدي لتعزيز الاختيار اللاواعـي للمدخلات لدى الطلاب (المتصلة بالبيئة الصفية) هو الآن أكبر من أي وقت مضى؛ بسبب كثرة المنافسة الناجمة عـن المحفّزات متعـددة الحواس التي تجتاح بيئة الطـلاب الواسعة. لن تختفي الحواسيـب والآي بود والهواتف النقالة. حتى فـي الأوقات التي لا يستخدم فيها الطـلاب هذه الأجهزة، لأن أدمغتهم قد تستمر في معالجة الكميات الكبيرة من البيانات التي تتراكم في أثناء الأوقات التي يقضونها مستخدمين هذه التقنية.

والأمـر المثير أن بعض ألعاب الحاسوب قد تزيد فـي الواقع من التركيز المستمـر، والحـل الإبداعي للمشـكلات، والمثابرة في أثنـاء التحدي، في حين تتحسن خبرة اللاعبين ويزيد تفاؤلهم في الوقت نفسه. وعلاوة على ذلك، تُعلم بعض الألعاب مهارات قد لا تكـون متضمنة في المناهج الدراسية المقنّنة، مثل العمل ضمن الفريق، وتحليل البيانات، واتخاذ القرارات، والمعرفة الرقمية؛ جي (Gee, 2003).

لا نستطيع العودة بالزمن إلى ما قبل اختراع أجهزة التقنية الحديثة هذه، ولكن باستطاعتنا استخدام ما تعلمناه عن الاستجابة الإيجابية والشعور بالإنجاز المرتبطين بألعاب الحاسوب التي تتضمن التحدي القابل للتحقيق. وباستطاعتنا تطوير الدروس الأكاديمية باستخدام المبادئ التي تجعل هذه التقنية مثيرة جدًّا. ويمكنك أيضاً استخدام التقنية في تقديم الخبرات، وتطوير أهداف للطلاب بناءً علـى **التحديات الواقعية المناسبة لكل فرد**. وهذه التحديات تولّد الدافعية؛ لأنها تتعلق باهتمامات الطلاب ومدعومة بأهداف مرغوب فيها، وتعزيزٍ إيجابي حقيقي، وهـي موجهة إلى نقاط قوة التعلم لدى الطـلاب ومستويات الإتقان لديهم. وفي الوقت نفسه، تأخذ هذه التحديات في الحسبان التأثيرات السلبية للإحباط والملل، وهـي الضغوط النفسية التي تعيق تدفق المعلومات إلـى قشرة الدماغ الأمامية، وتقلّل ردود أفعال الطلاب المتعلقة بالمعالجة العصبية من المقاومة أو الهروب

أو الفتور. وهذا التأثير مثير للمشكلات بصورة خاصة في الرياضيات؛ لأن كثيراً من موضوعات المادة تتطلب خلفية معرفية تتطلب بدورها مجالات مفتوحة تماماً بيــن قشرة الدماغ الأمامية وشبكات تخزين الذاكرة. والتحدي الذي نواجهه هو مساعــدة أدمغة طلابنا على العمل ضمن مستوى قليل من التوتر ومشاركة عالية المستــوى من خلال الدروس والواجبات المنزلية التي تزيــد الاهتمام والانتباه بصورة كبيرة، وتتغلب على السلبية تجاه الرياضيات.

المساهمة في الجهد

إن تحسيــن مستوى الطلاب مــن خلال منهاج الرياضيــات بطريقة تعزّز التعلم الناجح طويل المدى والمواقف الإيجابية تجاه الرياضيات لديهم، يتطلب الانتباه لمستويات الطلاب المختلفة فيما يتعلق بالتحدي القابل للتحقيق، ونقاط قــوة التعلم المختلفــة. وعليه، يصبح الطــلاب من خلال هذا البنــاء منفتحين ومنهمكين في اكتساب المهارات التي يحتاجون إليها لينتقلوا إلى المستوى التالي. ويربــط التحدي الفــردي القابل للتحقيــق الطلاب بالمعرفة مــن خلال إيصال التوقعــات المرتفعــة، ويثبت لهم أن لديهــم القدرة على تحقيق هــذه الأهداف، ويبين لهم كيفية الحصول على الأدوات والدعم الذي يحتاجون إليه للوصول إلى الأهــداف المرغوب فيها لديهم. لذا، فباستخــدام التحدي القابل للتحقيق، لن تكون هنــاك حاجة إلى تسهيل المعايير؛ إذ إن تحقيــق الإنجاز متاح للمستويات جميعهــا وللطلاب كافة، ويحصلون أيضاً على الدعم من خلال الخلفية العلمية، ومعرفتهم بنقاط قوتهم. ومن خلال مشاركة الطلاب والتأكد من تكرار نجاحهم في الرياضيات، فإننا ندعم الطلاب الذين يعانون من السلبية تجاه الرياضيات من خــلال إحساسهــم بتحسن معرفتهــم بالرياضيــات وتقديرهــم لها؛ دويك (Dweck, 2000).

إن الخطط الفردية التي تضع الطلاب أمام تحدٍّ مناسب، وموجَّه بالأهداف، وتفيد في إشراك الدماغ إلى أقصى مستوى، هي خطط مضيعة للوقت. لذا، هنالك حاجة لدعمك للطلاب كي تساعدهم على ربط تعلمهم بالمعرفة السابقة، والتعاون على تحديد أهداف مشتركة مقبولة، واستخدام التدريس المباشر عند الضرورة. وتتضمن استراتيجيات التدريس عقد المؤتمرات، وتشجيع الطلاب على التقويم الذاتي، والتأمل، وتزويدهم بتغذية راجعة محددة في وقت محدد؛ كي يستطيعوا تعديل خططهم في سياق التطبيقات الحقيقية. (تشرح الفصول اللاحقة هذه الأساليب الداعمة بعرض استراتيجيات محددة).

ويُعوّض الوقت الإضافي المخصص للتخطيط من خلال المكافآت المهمة، التي يستدل عليها من خلال نجاح الطلاب وزيادة ثقتهم بأنفسهم وتحسين ميولهم، فضلاً عن اجتيازهم الامتحانات المقنّنة. والفائدة الأخرى المحتملة هي تقليل الوقت المطلوب لإدارة السلوك الأساسي في الصف.

الاحتفال بالتحديات التي تحقّقت

قد لا يحظى المعلمون باستخدام تأثيرات حاسوبية خاصة لشكر الطلاب على إنجازهم تحديات جديدة، فإن تقديرهم أمر مهم لتعزيز استجابة الدوبامين والمتعة المصاحبة له. نريد الاحتفاظ بذكريات الطلاب السارّة (ذكريات النجاح) المتعلقة بإنجازاتهم لتحفيز نظام مكافأة الدوبامين استعدادًا للتحدي التالي القابل للتحقيق. وتعدّ ذكريات النجاح ذات قيمة كبيرة بصورة خاصة حين تَزِلُّ أقدام الطلاب، ويعودون إلى سابق عهدهم من السلبية تجاه الرياضيات.

كتب تشيكزينتميهايي (Csikzentmihalyi,1991) عن الحالة الممتعة «للتدفق» الذي يصاحب حل المشكلات حين لا تكون المشكلة سهلة جدًّا أو

صعبة جدًّا. إذا جرى التخطيط بصورة صحيحة، فإن حالة التدفق هذه (أو متعة الدوبامين) ستكون مكافأة تولّد الدافعية والاكتفاء الذاتي.

تتضمن الأساليب الأخرى للاحتفاظ بالذكريات الإيجابية والمعرفة ما يأتي:

- دع الطالب يعلّم المهارة الجديدة لشخص آخر.
- اطلب إلى الطلاب أن يحتفظوا بقائمة إنجازاتهم في دفتر الرياضيات، أو كتابتها على لوحة الحائط.
- التقط صورة للإنجاز الأخير (حتى لو كان إنجازاً بسيطاً، كحل مسألة رياضية حلاًّ صحيحاً).
- اطلب إلى الطلاب أن يكتبوا ملاحظة إلى أولياء أمورهم، واكتب تعليقاتك عليها.
- أتح للطلاب فرصة لنقل المهارات الجديدة إلى مواقف جديدة، وهو أسلوب أسميه «احتفل بالترابط». وفكر كيف يمكن للتحدي الذي تحقّق أن يكون الأساس لمشروع مستقل.
- استخدم سجلًّا يبين مدى تقدم الطلاب المستمر إذا كان الإنجاز جزءاً من خطة متابعة تقدمهم.

الموازنة والبناء

يمكن التفكير في التحدي القابل للتحقيق بطريقيتن: الأولى تحقيق التوازن، والثانية تشييد البناء. أما بالنسبة لتحقيق التوازن، سيقلل التحدي القابل للتحقيق السلبية، وذلك بإضافة الروابط العاطفية الإيجابية مع للرياضيات من خلال تمارين بناء المهارات والثقة. وعند تشييد البناء، يتيعن أن تكون الأساسات أقوى جزء فيه. وبالمثل، تشكّل نقاط قوة تعلم الطلاب والمهارات الأساسية الخاصة بالرياضيات الأساس المعرفي الذي يُبنى عليه الإطار العام–أيِّ التحديات القابلة

للتحقيق التي تدفع بالطلاب قدماً طوال مسارهم الأكاديمي.إن استخدام التحدي القابل للتحقيق لبناء ثقة الطـلاب، وتطوير نجاحهم هو التعزيز الإيجابي الذي يوازن –وفـي النهاية يعكس– المشاعـر السلبية تجاه الرياضيـات. وسيكتسب طلابك نظرة جديدة تجـاه الرياضيات، مما يؤدي إلى تغيير إحساسهم السابق من كونهم أسرى في صف إلى قباطنة عقولهم الرياضية الخاصة بهم. ولا تعود الاستجابـة بالمقاومة أو الهروب أو الفتور هــي الاستجابة الاعتيادية اللاإرادية للطلاب تجاه الرياضيات. وعندما تكون قشرة الدماغ الأمامية منهمكة في العمل واللوزة مفتوحة والدوبامين متدفقاً، سيكون الطلاب على استعداد لتقبل التحديات بجرأة كاملة.

التخطيط للتحدي القابل للتحقيق

يتيح لك وضع الخطط المتباينة الربط بصورة أفضل بين قوة التعلم والخلفية النظريـة والإتقان لدى طلابـك ومستوى التحدي القابـل للتحقيق. وسيساعدنا التصوير العصبي اختبار والانحياز المعرفي في المستقبل المنظور، على مراعاة الفروق الفردية بالمستوى المناسـب للتحدي، وأفضل الاستراتيجيات لطلابنا. وستزيد التطورات في تدريس الحاسوب فرص تفريد التعلم باستخدام الوسائط الرقمية والبصرية والسمعية، حتى باستخدام الحقيقة الافتراضية الرمزية.

غيـر أن طلابك يحتاجون إليك في الوقـت الحاضر، كي تستثمر معرفتك في تحديد الفـروق التعلمية بينهم واهتماماتهم ومهاراتهم ونقاط القوة لديهم؛ لتكييـف مجموعات التعلم، والتدريس الصفــي، والواجبات المنزلية، والوسائط المتعددة، والتأثيرات المحفّزة، والتدريس الخاص خارج الصف، واستراتيجيات التدريس، من أجل تمكين كل طلاب من العمل بأقصى طاقته عند قيامه بالتحدي القابل للتحقيق.

نقاط قوة التعلم: قارئو الخريطة والمستكشفون

يمكن لأغراض تدريس الرياضيات في الصف، تقسيم الطلاب تبعاً لقوة التعلم إلى فئتين عامتين: الفئة الأولى قارئو الخريطة، والفئة الثانية المستكشفون. وهذه الألقاب ليست وصماً للطلاب، ولا تزعج أولياء الأمور الذين يرون أن أطفالهم صُنّفوا خطأً في فئة أدنى من مستواهم الأكاديمي الفعلي، أو تحُدّ من الاستراتيجيات التي تستحق المحاولة. وأما بالنسبة لي، فإنني أصنف الطلاب في هاتين الفئتين من خلال مجموعة الأدلة التي تُجمع بطرق متنوعة لا من خلال الامتحان الرسمي.

وأميز قارئي الخريطة لأنهم غالباً ما يحبّون العمل مستقلين ، ولكنهم يشعرون بارتياح أكثر عندما تقدم إليهم تعليمات أو إجراءات محدّدة لإتباعها. وغالباً ما يستغرق قارئو الخريطة وقتاً أطول، ويعملون بتأنٍّ؛ حيث إنهم يوضحون الخطوات التي يتطلبها أداء الواجب المنزلي جميعها ، أو يدوّنون ملاحظات تفصيلية في الصف، أو في أثناء العمل في مجموعات. وأما المستكشفون، فهم الطلاب الذين يتجاوزون التعليمات التفصيلية، ويقفزون مباشرة إلى الاستنتاج من خلال التجربة والخطأ. وهم لا يستخدمون على الأرجح التخمين حتى لو كان مطلوباً في الواجب المنزلي؛ لأنهم يريدون الوصول مباشرة إلى حل المسألة. وحين يرتكبون الأخطاء في الامتحانات، فإنهم يستطيعون غالباً حلّ المسألة بصورة صحيحة حين أطلب إليهم أن يوضحوا لي تسلسل العمليات الحسابية التي نفّذوها ، أو كتابة الخطوات كافة التي اتبعوها في حل المسالة، ويرغبون أيضاً في استيعاب المفاهيم وإعطاء أمثلة جيدة عليها ، ولكنهم يحتاجون إلى تذكيرهم بأنه يتعين عليهم أن يوضحوا العمليات التي نفّذوها ، كي تركز أدمغتهم على أمر واحد في وقت واحد مما يقلّل من تشتتهم ووقوعهم في الأخطاء.

يشترك قارئو الخريطة مع مجموعات الذكاء اللغوي والمنطقي–الرياضي في الميزات التي اقترحها أولاً غاردنر (Gardner, 1983)، ويشتركون أيضاً في خصائص أخرى مع المتعلمين ذوي الذكاء السمعي والتتابعي والتحليلي في أنماط التعلم. ومن بين الخصائص والخيارات التي يتميز بها قارئو الخريطة ما يأتي:

- تفضيل المسائل التي لها إجابات وإجراءات محددة لاتباعها.
- تفضيل المهارات الجديدة التي نمذجها المعلم.
- يعالجون المعلومات بطريقة «من الجزء إلى الكل»، ويقسمون الأنشطة التعلّمية إلى خطوات متتالية.
- يشعرون بارتياح أكبر مع الأساليب المنطقية والمتسلسلة والمنهجية المنظمة.
- بارعون في استخدام الكلمات لفهم المعلومات ونقلها إلى الآخرين، ولكنهم قد يفضلون كتابة الإجابات على التفوّه بها.
- يتطلبون وقتاً كافياً للتمرن قبل أن يدلوا بأفكارهم أو إجاباتهم.
- يقدّرون التغذية الراجعة أو الدورات التدريبية المبكرة والمتكررة.
- يستجيبون لعلاقات السبب والنتيجة والرموز والمتواليات، وتمييز الأنماط الموجّهة مع تقديم تفسيرات مبكرة تبين الخطوات جميعها التي يتطلبها تطوير الفهم الإجرائي.
- يستمتعون بالعمل المستقل، وعادة لا يستجيبون جيداً مع المجموعات التي تضم قدرات متنوعة.
- يستمتعون بالكتابة في دفتر اليوميات، أو الاستجابة لتدوين الملاحظات/ الاستنتاجات.

يسمح تدوين الملاحظات والاستنتاجات للطلاب بإنشاء روابط شخصية بالمعلومات التي يكتبونها في دفاترهم، حيث يطوي الطلاب الصفحة عموديًّا فيكتبون على جانبها الأيسر الملاحظات الأساسية، وعلى جانبها الأيمن استجاباتهم لأي مشاعر تنتابهم حين يفكرون في المعلومات التي يدوّنونها. فعلى سبيل المثال، قد يكتب طلاب: «أمر منطقي أن تكون عملية القسمة عبارة عن سلسلة من عمليات الطرح؛ لأن عملية الضرب هي سلسلة من عمليات الجمع»، أو «أتساءل إن كان الكسر الاعتيادي مشابهاً لمسألة القسمة؛ لأنني حين أقسم الرقم العلوي (البسط) على المقام ينتج كسر عشري يبدو مشابهاً للكسر الاعتيادي». ويمكن أن يضيف الطلاب أسئلتهم أو همومهم على جانب الورقة الأيمن المتعلق بتدوين الاستنتاجات، مثل «لا أعرف حقًّا لماذا تنجح. أحصل على الإجابة الصحيحة لكني مازلت حائراً»، أو «لماذا يطلب إلينا في بعض المسائل التقريب إلى المئة، وفي مسائل أخرى التقريب إلى العشرة؟ يزعجني هذا الأمر حيث يبدو عشوائيًّا».

ومن ناحية أخرى، يتقاسم المستكشفون بعض الخصائص مع المجموعات ذات الذكاء المكاني والبدني–الحركي، وأنماط التعلم الخاصة بالمتعلمين الشموليين، وأصحاب الصورة الكلية (الشاملة)، والمتعلمين الاستكشافيين؛ (غاردنر، 1983). ومن بين الخصائص والخيارات التي يتفرّدون بها ما يأتي:

- يرغبون في استخدام مخيلتهم؛ حيث إنهم يجربون الأشياء قبل سماع التعليمات التفصيلية على نحوٍ مفصّل أو قراءتها.
- يفضلون التعلم الاكتشافي والاستكشافي؛ لأنهم يكونون أحراراً مستقلين في تنفيذ التجربة والابتكار والبناء، واستكشاف موضوعات الدروس، قبل التدريس المباشر أو النمذجة.
- يعالجون المعلومات بصورة أفضل عند تقديم الموضوع بطريقة «الصورة الكلية» بِـ «الطريقة الكلية»، ومن ثم يقسمونها إلى أجزاء.

- يستخدمون استراتيجيات الذاكرة التخيلية.
- يستمتعون بتهيئة كثيرٍ من الفرص والخيارات من أجل الابتكار.
- يجـدون أن من المفيد رسم الرسوم البيانية، أو استخدام المخططات التنظيميـة، أو عمل النمـاذج، ومن ثمّ يضيفون إليهـا تفصيلات تبعاً للمعلومات الرياضية الجديدة.
- يميـزون نمطـاً ما، ثم يعثـرون علـى موضوعات ذات علاقـة وروابط بالمنهاج بعيداً عن الرياضيات.
- يرتبطون بالمشروعات الاستقصائية المفتوحة.
- ينتقلون بأجسامهم بحثاً عن المعلومات، وحل المسائل، وإيصال الأفكار.
- يعملون جيداً مع الآخرين في مجموعات متنوعة.
- ينجذبون إلى موضوعات الرياضيات التي يطبّقها الأشخاص في مهنهم أو هواياتهم.
- يستجيبون بصورة جيدة للنماذج والوسائل اليدوية التي تساعدهم على معرفة الهدف العام للتدريس.
- يبنون أنماطاً عقلية لربط التعلم السابق بالمعرفة الجديدة.

استخدام نقاط القوة التعلمية للطلاب

تـؤدي زيـادة التجانس في المنهاج الدراسي فعليًّـا إلى تقليل الفرص لدى الطـلاب في اكتشاف مواهبهم واهتماماتهم وتقويتها والإفادة منها، والتي تبقى غير مكتشفة في المواد من خلال الامتحانات المقنّنة وامتحانات الاجتياز. وعندما يكون وقت الصف مخصّصاً لتدريس المواد الأساسية التي سيُختبر فيها الطلاب، عندئذٍ ستكون فرص اكتشاف القدرات العقلية ونقاط قوة التعلم لديهم من خلال الرياضة والمسرح والموسيقى والفن، محدودة.

ولمعالجة هذه المشكلة، يمكنك تقديم وحدات جديدة بإتاحة فرص لكل فئة تعليمية– قارئي الخريطة والمستكشفين– بتقديم نشاط واحد، على الأقل، محدد ذي هدف. ثم لاحظ ما الذي يثير اهتمام الطلاب ويدفعهم إلى المشاركة الناجحة. ويمكنك أيضاً إجراء مقابلات، أو الاعتماد على قوائم جرد لجمع معلومات حول الأنشطة التي يفضّلونها، واهتماماتهم وآمالهم المستقبلية.

وعندما تكتشف نقاط قوة التعلم لدى طلابك، فكّر في طرق يمكنك فيها تطبيق هذه المعرفة، كإخبارهم عن نقاط قوتهم، والاحتفاظ بقائمة للاستراتيجيات، وتشكيل مجموعات عمل مرنة ومجموعات تعاونية بناءً على نقاط القوة أو الاهتمامات، والتخطيط للدروس والواجبات المنزلية المناسبة، على أن تتضمن التحدي القابل للتحقيق.

وبعد جمع المعلومات عن طلابك، فكّر في الالتقاء بمعلمين آخرين في مجموعات ذات تخصصات متنوعة؛ لمقارنة ملاحظاتكم حول الاستراتيجيات الناجحة، وأداء الطلاب داخل الصف ونقاط قوتهم، والتحديات التي يواجهونها. وأما في المرحلة الابتدائية على سبيل المثال، فيمكن أن تكون هذه الاجتماعات مع خبراء الموارد، ومعلمي المواد، وأمناء المكتبات، ومشرفي النوادي، ومدربي الرياضة. وعندما يكون هناك أكثر من معلم للطلاب، يتعين على المعلمين عندئذٍ أن ينسقوا فيما بينهم في تواريخ الامتحانات، أو مواعيد تسليم الأبحاث التي يعدّها الطلاب؛ لتخفيف الأعباء عنهم التي تفوق قدراتهم، والحصول على قسط كافٍ من النوم.

استراتيجية: استخدم المدخلات متعددة الحواس

يقضي كثير من معلمي الرياضيات الوقت داخل غرفة الصف في إلقاء المحاضرات والكتابة على السبورة. وحتى تتعرف مواطن قوة تعلم طلابك،

عليك أن تنوّع في استخدام المدخلات متعددة الحواس. فمثلاً، فكّر في استخدام الموسيقــى في وقتٍ ما في النهار بوصفها طريقة للتجديد أو التمهيد للدرس، أو عرض مفهــوم جديد، أو ترسيخ مفهوم آخر، فإنك بذلك تتيح للدائرة العصبية لــدى الطلاب استخدام حواس أخرى. وفكّر أيضاً في استخدام الرسوم البيانية والمخططات والرسوم التوضيحية؛ إذ إن الصور أو مقاطع الفيديو توضح للطلاب كيفيــة استخــدام عمليةٍ رياضيةٍ ما في المهن أو الرياضــة أو الهوايات، وتضيف إليهم معنى: «أنا هنا الآن».

تشير عبارة :«أنا هنا الآن» إلى طريقة انجذاب الدماغ إلى الأمور التي تكون ذات قيمة شخصية ولديها القدرة على جلب متعة الرضا عاجلاً لا آجلاً. ونريد من طلابنــا أن يطوّروا قدراتهم على تأجيل المتع الفورية، ولكنهم يحتاجون أولاً إلى إشراكهم في عملية توسيع معرفتهم. وهذا ليس هدفاً ممتعاً موروثاً للدماغ التي طبع على تجنب الأخطار واستكشاف الإبداع للحصول على المتع المتاحة؛ فعندما نطلب إلى طلابنا القيام بجهد دماغي وهو توسيع معرفتهم لتعميق فهمهم، فإننا نطلب إليهم في الحقيقة مغادرة مناطق راحتهم. فالجزء السفلي من الدماغ– المسؤول عن تحديد المدخلات الحسّية التي تصل إلى الجزء الأعلى من الدماغ– سيهتم بالمدخــلات الجديدة إذا كان هنــاك رابط سابق بالمتعة وتصــوّر أن الرضا أو النتائج المرغوب فيها ترتبط مباشرة بتحدٍّ جديد. إن البدء بموضوع جديد من خلال عرض طرق يستطيع فيها الطلاب عاجلاً استخدام المعرفة بهذا الموضوع للقيام بأشياء يحبونها، كبناء شيء، أو تنفيذ استقصاء رياضي خارج الصف، أو استخدام المعلومات المرتبطــة بإحصائيات الألعاب الرياضية، فيثير الدافعية لدى الدماغ الذي لا يرغب في البحث عن المتعة إلا قليلاً، لحضور الدرس.

يمكنــك معالجة مواطن قوة تعلم أخرى لــدى الطلاب، وزيادة المدخلات متعددة الحواس من خلال تنفيذ تجارب عملية بالوسائل اليدوية، وجعل الطلاب

يتحركون داخل الصف لتوضيح مفاهيم معينة (مثل تمثيل «معادلة حيوية»، وعمل أعـداد من العشرة ومضاعفات مرفوعة بالأسـ «0» أو «1» باستخدام بطاقات)، أو جعل الطلاب يعرضون المعلومات الجديدة من خلال أمثلة تكتبها مجموعات صغيرة، على أن تعرض كل مجموعة أمثلتها على سائر طلاب الصف، مستخدمين الشفافيات أو شاشة السبورة التفاعلية.

وأمـا بالنسبـة للطلاب الأصغـر سنًّا ممـن لا يستطيعون الانتبـاه لفترات طويلـة، فيمكنك تنويع عرضـ المعلومات في الحصة الواحـدة من خلال إثارة حواسّ عـدة. فعلى سبيـل المثال، تحدّث بـكلام ذي إيقاع جميـل، أو مسجوع، أو استخـدم عبـارات متناغمـة (مثـلاً، «لديك بعضـ التفاح وبعضـ البرتقال، ولكنـك لا تستطيع جمعهما لأنهما فاكهتـان مختلفتان»). ويمكن أن تتضمن هذه الدروس صـوراً أو وسائل إيضاح (وهو أسلوب جيـد لمتعلمي اللغة الإنجليزية)، أو إيماءات باليدين يقلّدها الطلاب للإشارة إلى العمليات الحسابية الصحيحة (أيّ = ،÷ ،× ،− ،+).

✣ استراتيجية: استخدم المجموعات المرنة

جاء في «**التقرير النهائي للمجلس الوطني الاستشاري للرياضيات**» (وزارة التعليم الأمريكية، 2008)، أن مسحاً استطلاعيًّا وطنيًّا سأل أكثر من 700 معلم لمادة الجبر 1 عن التحديات التي يواجهونها، وكانت أكثر الإجابات المكتوبة تكراراً (فـي مقابل إجابات الإختيار من متعـدد) هي «التعامل مع مستويات مختلفة من المهارات في الصف الواحد» (الصفحة 9). ورأى معظم المعلمين أن المجموعات التي تضم قدرات مختلفة تعد مشكلة «متوسطة» أو «خطيرة».

وتوصّلت لجنة الخبراء في التقرير إلى أن مجموعات القدرات المرنة التي تضـم طلاب متشابهي المستوى فـي التحصيل، تساعد الطلاب دون صعوبة في

متابعتهم ومراقبتهم. ونظراً إلى وجود اختلاف في الخلفيات المتعلقة بالرياضيات ومواطن قوة التعلم، ومهارات القراءة، وإتقان اللغة الإنجليزية لدى الطلاب، سيكون لديهم مستويات مختلفة من التحدي القابل للتحقيق في موضوعات الرياضيات المختلفة، مما يزيد من فائدة المجموعات المرنة.

لا بد من تصميم المجموعات المرنة التي تمكّن الطلاب من الانتقال بينها بحرية بناءً على مدى إتقانهم لموضوعٍ ما في الرياضيات. ويستطيع الطلاب أيضاً في هذه المجموعات أن يشتركوا في الوسائل اليدوية المتشابهة، والمناقشات والاستفسارات ضمن قدراتهم. وتساعد ملاحظاتك الصفية أيضاً على تحديد مكان الطلاب المناسب في الصفوف والمجموعات، في السنة القادمة. ومن الواضح أن هذا الأمر مفيد لمعلمي طلاب المستقبل الذين يميلون إلى استخدام نهج التمايز، واستخدام أكثر الأساليب ملاءمة لطلاب معينين، والتكيف مع الطلاب ذوي الاحتياجات الخاصة لتقويتهم.

✣ استراتيجية: معينات التحدي القابل للتحقيق

يُسهّل التدريس المدعوم تعلّم الطلاب مستويات التحدي القابل للتحقيق من خلال التذكير المتكرر، أو تقديم مساعدة متوسطة سواء في المحتوى أو المادة أو من خلال توجيهات المعلم. فعلى سبيل المثال، يمكن للطلاب الذين لم يتقنوا حقائق الرياضيات بصورة «تلقائية»، مثل عمليات طرح الأرقام المكوّنة من رقم واحد–الضرورية للتمرن على مفهوم «إعادة التجميع» أو «الاستلاف» لعملية الطرح– أن يتعلموا المفهوم الجديد بصورة أنجح من خلال حل مجموعة من المسائل المهيّأة لمستوى التحدي القابل للتحقيق لديهم. وقد تكون مهمتهم المدعومة هي فقط **تحديد** المشكلات التي تحتاج إلى إعادة تجميع، ومثال ذلك: 24–19. ويمكنهم أيضاً كتابة إجاباتهم أو تخميناتهم للمسائل التي يرغبون في تجربتها، مع تجنب عقبة التعلم في الدماغ الناجمة عن التوتر نتيجة لقيامهم

بعمل يفوق مستوى مهاراتهم الحالية. لذا طمئن هؤلاء الطلاب أن الإجابات غير مطلوبة الآن، وأنهم يستطيعون إكمال عملهم بعد قيامهم بتمرينات تأسيسية على الطـرح. ولكن وضّح لهم أنك واثق من أنهم قـادرون على تعلم عملية الاستلاف الجديـدة الآن جنبـاً إلى جنب مع زملائهم، وأن هـذا هو هدف الدرس الحالي. وسيقلّل هذا الأسلوب من توتر الطلاب، وبالتالي يسمح لهم بالتركيز على استيعاب المفهوم دون حدوث المزيد من التراجع لديهم.

ومثـال آخر على تذليـل الصعوبات التي تعترض الطـلاب، لا على إلغائها تمامـاً، هو دعمهم من خلال التدرب على حسـاب المتوسط الحسابي/ الوسط. ويمكـن أن يتناول بعض الطلاب الأعـداد الكلية، في حين يتناول آخرون الكسور العشريـة والكسور الاعتيادية، وذلك حسب خلفيتهم النظرية. وسيتعلم الطلاب جميعـاً عملية إيجاد الوسط الحسابي، لذا فعندما يبني الطلاب الذين يتناولون الأعـداد الكلية المعرفة التأسيسية، فإنهـم يصبحون قادرين على تطبيقها على الكسور العشرية والكسور الاعتيادية.

❖ استراتيجية: ادعم متعلمي اللغة الإنجليزية والطلاب الذين يعانون من صعوبات القراءة

يعجز متعلمو اللغة الإنجليزية والطلاب الذين يعانون من صعوبات القراءة عن مواكبة الصف على الرغم من امتلاكهم الخلفية النظرية والتطور المفاهيمي؛ لأنهم يعانون من صعوبة فهم المسائل المكتوبة. ففي هذه الحالات يحتاج الطلاب إلى استراتيجيات للقراءة أو اللغة أو التحفيظ لتمكينهم من الوصول إلى المواد ذات الصلة. وهذا الدعم المستهدف والتعليمات المستخدمة في بعض الاستراتيجيات ستساعد الطلاب على تحسين المجالات التي يعجزون فيها، والوسائل المساعدة –مثـل قراءة المسائـل المكتوبة لهم بصوت عالٍ–، وستتيـح لهم أيضاً تحسين قدراتهـم في الرياضيات. وهنـاك استراتيجيـات عدة بسيطة يمكن استخدامها

لمعالجـة احتياجات هؤلاء الطلاب على الفور فعلى سبيل المثال، يمكن مطابقة المفردات الرياضية مع صور مأخوذة من الإنترنت، أو توفير الوسائل اليدوية كي تُستخدم في أثناء الدرس، ومن ثم إبقاؤها للطلاب ليستخدموها في حل المسائل. فإذا أعددت بضعاً من قوائم مفردات الرياضيات هذه كل عام، لدعم الطلاب، فستتراكـم لديهم المعرفة تدريجيًّا. لذا، فالتعاون مع المعلمين الآخرين سيبني «مكتبة» للطلاب من الموارد بصورة أكثر كفاءة.

كما تُعدّ الإنترنـت وسيلة فعالة يمكن استعمالها فـي إعداد استراتيجيات متباينة، ومن ثم استخدامها. فهناك كثير من المواقع الإلكترونية (انظر الملحق أ) توفر مستويات مختلفة من التحدي القابل للتحقيق. فعلى سبيل المثال، سيستفيد متعلمو اللغة الإنجليزية من وضع الشروحات بالإنجليزية على العمليات الحسابية المصمّمـة على صورة صور متحركة، وسيستجيـب المستكشفون للموادّ المرئية ويضيفـون مهارات مناسبة إلى دورة الذاكرة الخاصة بهم. أما قارئو الخريطة، فسيشاهـدون العملية الحسابية بطريقة متسلسلـة تتماشى مع نقاط قوة التعلم لديهم. وهناك مواقع أخرى تضـم مشاريع مقسمة حسب الخلفية النظرية لدى الطلاب واهتماماتهم؛ كي يستطيعوا العمل في مستويات التحدي القابل للتحقيق المناسبة لهم، لإكسابهم معرفة أعمق في موضوعات محددة.

فالطلاب الذين يعانون من صعوبات مع المواد المرئية، يمكنهم الاستفادة من التنويـع في حجم الخط ونوعه والألوان في الكتـب وأوراق العمل والإنترنت. وبالإضافة إلى ذلك، يمكن برمجة الحاسوب لنقل النصوص إلى اللغة الإنجليزية المنطوقـة أو أي لغة أخرى، وهذه وسيلـة داعمة جديدة سيتفاعل معها كثير من الطـلاب. إن عرض الحسابات والإجابـات في قوالب محوسبة هي طريقة لدعم الطلاب الذين يجدون صعوبة في وضع الأرقام في الأعمدة أو الصفوف الصحيحة فـي الجداول، وتتيح لك أيضاً مشاهدة أدائهم، وتحديد المواضع التي يحتاجون

فيها إلــى مزيد من التوجيه. وسيساعدك التقدم التقنــي على أن تصبح ميسّراً للتعلــم أكثر مــن كونك ناقلاً للمعرفــة أو ناشراً لها، مما يزيــد من قدرتك على تفريد تعلم الرياضيات بما يناسب اهتمامات الطلاب ونقاط قوة التعلم لديهم.

✣ استراتيجية: تجنب شعور الطلاب بالملل

اختصر التكرار المفرط عندما تجد أدلة لدى بعض الطلاب على الإتقان؛ كي تتجنب التوتر الناشئ عن الملل الذي يعيق دخول المعلومات إلى قشرة الدماغ الأماميــة؛ مما قد ينتج عنه سلوكات المقاومــة/ الهروب/ الفتور من قبل الدماغ التفاعلــي. فإذا أنهى الطلاب العمل الصفي بسرعة وسهولة وبطريقة صحيحة، فكن مستعدًّا لإعطائهم تحديًّا مناسباً أو مسائل مفاهيمية ذات مستوىً عالٍ؛ مما سيتيح لهم العمل في مستوى التحدي القابل للتحقيق ضمن مستوياتهم، وأشركهم في الوقت نفسه في الموضوع ذاته الذي يتدرّب عليه زملاؤهم.

وبالمثــل، فإن التكرار الزائد عــن الحد في الواجبــات المنزلية للعمليات الرياضيــة التــي سبق للطلاب إتقانها هــو إجهاد في حد ذاته يــؤدي إلى إغلاق العقل. فقد تعتقد أن طلابك لا يعرفون المهارة، أو أنهم كسالى عندما لا يكملون الواجــب المنزلي، أو عندما لا يوضحون الخطوات كافة ، ويحدث ذلك في بداية السنة الدراسية؛ لأنك لا تعرف مدى إتقانهم لكل موضوع. ولتجنب هذه السلبية، دع طلابك يسجلوا الوقت الذي يقضونه في حل الواجب المنزلي، واستخدم هذه المعلومــات، بالإضافة إلــى المعلومات المتعلقة بدقــة إجاباتهم، وقسّم الواجب المنزلــي إلــى مستويات عدة من التحدي. وشجع الطــلاب ذوي المهارات العليا على تهيئة أدمغتهم لحل المسائل الرياضية باتباع منحًى جديداً في حل المسائل ذات مستــوى أعلى مما يتبــادر إلى الذهن أولاً، أو زوّدهم بمسائل عند إعطائهم الواجــب المنزلي بدلاً من المسائل الصعبة في كتاب الرياضيات المصنّفة على أنهــا مسائل «تحدّ»،حيث تضع معظم كتب الرياضيــات المدرسية الإجابات عن

المسائـل المرقّمــة بأعداد زوجية أو فردية في آخــر الكتاب، وهناك كتب أخرى تذكر مواقــع إلكترونية توفر الحلول لمسائل الواجبــات المنزلية؛ لذا راجع هذه الصفحــات لترى أي هذه المسائل الصعبة يحتــوي على إجابات، ومن ثم اطلب إلى طلابك أن يحلوها ويتأكدوا من الإجابات لتقويم عملهم.

استراتيجية: تحدَّ الطلاب الموهوبين في الرياضيات

قد يُصاب الطلاب الموهوبون في الرياضيات بالإحباط عند عدم قدرتهم علــى الكتابة بالسرعة نفسها التــي يفكرون فيها في الحساب. وقد يعرفون أيضاً مفاهيــم تمكّنهم من استنباط إجراءات مناسبة وتطبيقها تلقائيًّا دون أن يكونوا قادرين على تفسير ما قدموه في إجراءاتهم. فإذا كان طلابك الموهوبون مقاومين لاستقبال المعلومات، ويفقــدون حماستهم تجاه الرياضيات عندما يطلب إليهم توضيح الخطوات الوسطية حتى لو كانت ذاكرتهم لا تعيها؛ جرّب إعطاءهم مسائل أكثر صعوبــة.إذ سيحتاجون في هذه المسائل إلى إظهار الخطوات التي اتبعوها مــن أجل الوصول إلى الإجابــة الصحيحة؛ لأن الأرقام كبيرة لا يمكن استعمالها فــي تمارين الرياضيات الذهنية، وتكون خطــوات الحل طويلة جدًّا يصعب حلّها تلقائيًّــا. وسيكتسب الطلاب مهارات الاتصــال الكتابية في الرياضيات بوصفها جــزءاً من هذه العملية، وستتضح لك المفاهيم غير الصحيحة أو نقاط الضعف التي لديهم. وفضلاً عن ذلك، سيدركون قيمة توضيح عملهم لكونه طريقة مفيدة وليس لمجرد عرضه.

إذا كانت المسائل الصعبة في الكتاب أقل من مستوى التحدي القابل للتحقيق بالنسبــة لبعض الطلاب، فراجع كتاب الرياضيــات الخاص بالمرحلة الدراسية القادمــة. لأن معظــم الموضوعات تتكرر فــي المناهج بإضافة تعلــم المفاهيم والخطــوات ذات المستوى العالي؛ لذا فــإن هذه الكتب ستحتوي في الأرجح على الأسئلــة المناسبة وإجاباتها حتى تستطيع التحقق مــن صحة حلّ الطلاب؛ ممّا

يعفيك من كتابة مسائل جديدة لكل موضوع وحلها. وهناك مصادر أخرى تحتوي على مسائل صعبة لهؤلاء الطلاب، وهي مواقع إلكترونية مثل **أولمبياد الرياضيات للمرحلتين الإبتدائية والمتوسطة (www.moems.org)**؛ حيث يمكن للطلاب ذوي المستويات العليا (الموهوبين) ابتداءً من الصف الثالث أو الرابع الابتدائي معالجة مسائل الأولمبياد وحلها.

اكتشف مستـواك في التحدي القابل للتحقيق بالنظـر إلى المستوى الذي يعـدّ قابلاً للتحقيق **بالنسبة لك** من حيث مستويات تعلم طلابك المتباينة. وفكّر بدايةً، في طلاب أو تلميذين أو في وحدة دراسية، حتى تشرك المتعلمين كافة في أثناء تحديدك نقاط قوة تعلمهم المختلفة. واحتفل بنجاحك، واستغل وقتك في ملاحظة الاختلاف الذي أحدثته، المتعلق بإنجازات طلابك وسلوكهم ومواقفهم، وانتبه إلى مشاعرك عندما تحقّق النجاح. إنك ستحفّز شباكك العصبية وتقويها كي تميز مستويات التحدي القابل للتحقيق وتخطط له، وستصبح هذه الأساليب تلقائية لديك شيئاً فشيئاً.

الفصل الثالث

أمثلة على التخطيط المتباين

للتحدي القابل للتحقيق

«إن معرفة الكثير عن الأشياء ليست هي التي تجعلك ذكيًّا، فالذكاء ليس هو حصيلة معلوماتك فحسب، بل هو أيضاً الحكمة، أيْ الطريقة التي تجمع فيها المعلومات وتستخدمها».

كارل ساغان - فلكي أمريكي

يتناول هذا الفصل أساليب محددة لزيادة توضيح كيفية التخطيط للأنشطة والدروس التي تعالج مستويات مختلفة من التحدي القابل للتحقيق. وستلاحظ في الأمثلة الآتية، كيف يتعلم الطلاب جميعهم المفاهيم نفسها في مستويات مختلفة من التحدي لتحقيق الحد الأقصى من النجاح، وتقليل الشعور بالإحباط وعدم الكفاية.

العمل مع الأشكال

النشاط المسمّى «ارسم صورتي» هو نشاط ممتع بصورة خاصة لقارئي الخريطة، وأما بالنسبة للمستكشفين والطلاب الذين يتقنون معرفة الأشكال، فإنه يظهر لهم أهمية الاتصال. ويتضمن هذا النشاط الخطوات الآتية:

1. اطلب إلى الطلاب أن يعملوا في أزواج على أن تكون لديهم القدرات نفسها في تمييز الأشكال وتسميتها (أو اطلب إليهم أن يعملوا في أزواج على أن يكون أحدهما متقناً معرفة الأشكال وضعيفاً في مهارات

الاتصال، والآخر قويًّا في مهارات الاتصال وضعيفاً في إتقان معرفة الأشكال).

2. أعط كل مجموعة ثنائية أشكالاً متنوعة (سواء أكانت وسائل إيضاح أو رسوماً أو قصاصات ورقية).

3. اطلب إلى أفراد كل مجموعة الجلوس متقابلين وجهاً لوجه أن يجلس أحدهما قُبالة الآخر، بوجود حاجز بينهما يحول دون رؤية أحدهما عمل الآخر.

4. يعطي أحدهما تعليمات شفهية للآخر لرسم شكل معين. فمثلاً، يعطي طلاب تعليمات لزميله بأن يرسم «مثلثاً طويلا على أن يتجه طرفه المدبّب إلى أسفل»، ومن ثم يرسم «نصف دائرة يكون جانبها المسطّح إلى أسفل فوق قمة المثلث المسطحة» (كوز الآيس كريم).

5. أما بالنسبة للطلاب الكبار، فقد تتضمن التعليمات الشفهية مفردات وصفية يستخدمونها في الصف، مثل زاوية **قائمة**، أو **مثلث متساوي الساقين**، أو **القطر**، أو **أضلاع متناسبة**.

إن نجاح المتحدث في الاتصال اللفظي، ودقة الرسّام في اتباع التعليمات المعطاة له، تصبح كأنها تغذية راجعة فورية عندما يرى كل زوج من الطلاب الرسم النهائي. فيشعر الواصف (الذي يصف) بالارتياح والرضا من التواصل الصحيح، ويفتخر الرسّام بدقة انتباهه إلى التفاصيل المعطاة له في الوصف، ثم يتناقش الطالبان في الأمور التي عُيّنت لهما، وتلك التي أربكتهما في التعليمات الشفهية قبل أن يتبادلا الأدوار.

تخمين الحجوم

يخمّن (يقدّر) الطلاب في هذا النشاط الحجوم في مستويات مختلفة من التحدي القابل للتحقيق، من خلال العمل في مجموعات متجانسة. ويهدف ذلك إلى إكسابهم قدرات في التخمين/ التوقع، وتمكينهم من التكيف مع الأدلة الجديدة، وإكسابهـم مهارات الاتصال المتعلقة بالرياضيـات ومهارة حسن تقدير الرقم، والوعي المفاهيمي.

المجموعة الأولى: مستوى تعقيد منخفض. اطلب إلى الطلاب أن يعملوا في مجموعات، وزوّد كل مجموعة بإبريق كبير يحتوي على ماء ملون. ووضّح لهم أن على كل عضو في المجموعة أن يملأ من الإبريق كوباً حجمه 250 مل تقريباً، ويخمّن مستوى الماء الذي سيصل إليه عند سكبه في زجاجات ذات حجوم مختلفة (مثلاً، زجاجات عصير أو صودا أو أكواب قياس مختلفة الحجوم). وعندما تتفق المجموعة على مستوى الماء الذي سيصل إليه في الإناء، عندئذٍ يستخدم الطلاب قلـم تخطيط ليشيروا إلى مستوى الماء، ومن ثمّ يسكبون الماء الملوّن في الإناء ويناقشـون النتيجة. (يمكن لأغراض القياس، أن يستخدم أفراد في مجموعةٍ ما أقلاماً ذات ألون مختلفة؛ ليشير كل منهم إلى تخمينه الخاص).

تتضمن أسئلة النقاش والأعمال المحتملة في هذا النشاط ما يأتي:

- لماذا كان مستوى الماء أقل/ أكبر من تخمينك؟
- ماذا سيكون توقعك لمستوى الماء في الإناء إذا أضفت إليه كوباً آخر؟ (**يخمّن الطلاب أولاً، ثم يضيفون الماء، ويناقشون النتائج**).
- خمّـن كم كوبـاً سنحتاج إليه لمـلء كل إناء؟ (**يخمّن الطـلاب أولاً، ثم يضيفـون المـاء، ويناقشـون النتائـج**). اطلب إلى الطـلاب أن يعرضوا نتائجهم على صورة رسم بياني، أو جدول، أو رسمٍ على شفافية، أو أي مخطط تنظيمي آخر، أو من خلال مناقشات المجموعات.

المجموعة الثانية: مستوى تعقيد متوسط (تفكير مفاهيمي مبكر). سينفذ الطلاب في هذه المجموعة النشاط السابق نفسه، ولكن عليهم تصميم التجربة بأنفسهم. علماً بأن الهدف لم يتغير وهو أن يخمن الطلاب ، ولكن ستزوّد كل مجموعة منهم بمواد التجربة (إبريق يحتوي على ماء ملون، أوعية ذوات أقطار مختلفة، وكوب سعته 250 مل) دون إعطائهم خطوات تنفيذها؛ لذا يتعين على الطلاب أن يخمنّوا أولاً، ثم يتناقشوا في كيفية جمع الأدلة لتخمين عدد أكواب الماء التي يحتاجون إليها لملء كل وعاء. دع الطلاب يسجلوا ملاحظاتهم الجماعية (أو الشخصية) حول تخميناتهم ونتائجهم وتفسيراتهم. وينبغي أن يتحدّى الطلاب الإجابة عن الأسئلة، ويفسروا لماذا يغيرون تخميناتهم، ويستندون في ذلك إلى «المبادئ» (أيّ الأفكار أو المفاهيم العامة) التي يعتقدون أنها تنطبق على النشاط. وقد تتضمن الأمثلة على هذه المبادئ ما يأتي: «كلما زاد قطر الوعاء، انخفض مستوى الماء فيه»، أو على نحوٍ أكثر تحديداً «إذا تضاعف قطر الوعاء، فسينخفض مستوى الماء إلى الربع تماماً»؛ لذا شجّع الطلاب ذوي مستويات التفكير العليا على اقتراح طريقتين أو أكثر لإكمال التجربة وحل المسألة.

راقب الطلاب في أثناء سكب الماء من الإبريق إلى الكوب ومن الكوب إلى الأوعية، واطلب إليهم التوقف بعد كل خطوة، وكتابة أي تخمين جديد بناءً على الأدلة التي يحصلون عليها في أثناء تنفيذ النشاط. وإذا عدّل الطلاب تخميناتهم، فعليهم أن يعطوا الأسباب، وأن يحتفظوا بملاحظات أو رسوم بيانية لعرض نتائج التجربة (وشجعهم على استخدام مصطلحات مثل **نصف**، **ربع**، **النسبة المئوية**).

المجموعة الثالثة: مستوى تعقيد عالٍ (تفكير مفاهيمي أكثر تجريداً). يستخدم الطلاب في هذه المجموعة وحدات القياس المترية، ومشاهدة العلامات التي تشير إلى مقدار الحجم بالمل، على كوب القياس. وبعد تنفيذ الطلاب التجربة التي صمّموها، يسكبون الماء من الكوب الذي سعته 250 مل في كوب القياس الذي

يحوي علامات القياس المترية. وبالإضافة إلى الخطوات التي اتبعتها المجموعة الثانيـة، فإن هذه المجموعة تحلّل وتخمّـن وتختبر وتضبط، وتحدّد العلاقة بين حجـم الأكواب واللترات والمليلترات والجرامـات، ومن ثم يتناقشون في الطرق التي تمكّنهم من معرفة معامل تحويل الوحدة لكل من هذه المقارنات (مثلاً: كم كوباً في اللتر؟)، والبحث في كيفية تطبيق معامل تحويل الوحدة على المليلترات والجرامات.

بعد أن تكمل المجموعات الثلاث التجربة، يتشارك أفرادها معاً في خبراتهم ونتائجهم، وكيف كانت كل مجموعة تعدّل تخمينها بناءً على الأدلة الجديدة. وتبدأ المجموعة الأولى بالحديث؛ لأنها قد تكون المعلومة الوحيدة التي يدلون بها، ومن ثـمّ تضيف كل مجموعة معلومات جديـدة إلى نتائج المجموعة السابقة. ثم دوّن ملاحظـات الصف علـى جدول أو مخطط تنظيمي؛ حتـى يستطيع الطلاب فيما بعد إجراء المزيد مـن التخمينات على البيانات التي جُمعت، واختبار معاملات تحويـل الوحدات التي استخدموها، ومن ثمّ اعتماد هذه المعاملات بكتابتها في جداول التحويل المعتمدة.

وأخيـراً، يمكـن للطلاب جميعاً المشاركة في كيفيـة نقل المعلومات – أيّ كيفية استخدامها في أغراض أخرى غير التي استخدمت في التجربة الصفية– فمثلاً، كيف توهم تصاميم الأوعية بأن هناك مجموعة من العوامل يجب أخذها في الحسبان عنـد تقدير الثمن والتأثير البيئي لبيع السلع في أوعية ذات حجوم كبيرة، مع مراعاة المستويات المختلفة للتحدي القابل للتحقيق لدى الطلاب، حيث يمكن إعطاؤهم واجبات منزلية متباينة. فعلى سبيل المثال، يمكن للطلاب ذوي المستوى المتدني البحث في المحـال التجارية الكبيرة (السوبرماركت)، أو في إعلانات الصحف لتقويم كيف تغري الشركات المختلفة الناس بشراء منتجاتها بنـاءً على حجم الوعـاء أو تصميمه، في حين يمكن للطلاب ذوي مستوى العالي

تحديد أيّ القيمتيــن أفضل من حيث الثمن والكمية: ست علب من الصودا سعة كل منهــا 500 مل، أو قــارورة سعتها لتر وبالسعر نفســه. والطريقة الفضلى هي جعــل الطلاب يصوغون أسئلتهم الخاصة بالأشياء التي يريدون تقويمها – وهي طريقة تشعرهم بالحرية، وتعطي معنى لأعمالهم.

استكشاف خطوط الأعداد

خــط الأعداد هو رسم هندسي مفيــد للمستكشفين وقارئي الخريطة على حــدٍّ سواء. فالمستكشفــون يمكنهم التحرك على طول الخــط، وقارئو الخريطة يمكنهــم فحص وتقويم النقاط والأنماط في الخــط. وتسمح هذه الاستراتيجية أيضــاً لطلابــك باكتساب بعض الخبــرة باستخدام جــداول KWL، حيث يتكون الجدول من ثلاثة أعمدة معنونة على النحو الآتي: أعرف، أريد أن أعرف، تعلّمت. حيث تحفّز هــذه الاستراتيجية المعرفة السابقة لــدى الطلاب؛ إذ تطلب إليهم أن يحــدّدوا ما الذي **يعرفونه** أصلاً عــن موضوعٍ ما، وكتابة إجاباتهم في العمود الأول من الجدول. ومن ثمّ يضعون الأهداف التي تحددما الذي **يريدون** معرفته في العمود الثاني. وفي نهاية تدريس الوحدة الدراسية، يناقش الطلاب ما الذي **تعلّموه**، ويكملون الكتابة في العمود الثالث من الجدول، ويمكن أن يصحّحوا أي أخطاء ارتكبوها في العمود الأول، أعرف. وبالإضافة إلى ذلك، إذا أعدّ الطلاب جداول «أعرف– أريد أن أعرف– تعلّمت» الخاصة بهم، فعندئذٍ يمكنهم تضمين أهدافهم الشخصية في الجدول، أيِّ الأمور التي يريدون معرفتها خصوصاً ما له صلة بالوحدة الدراسية القادمة.

اطلــب إلى الطــلاب جميعاً (أو قســم الصف إلى مجموعــات صغيرة) أن يكتشفــوا بحرية خط الأعداد دون إعطائهــم مهمة محددة، بوصف ذلك نشاطاً مبدئيًّــا لاستراتيجية خط الأعــداد. وابدأ برسم عدد من خطــوط الأعداد على أوراق كبيــرة لوضعهــا على الأرض، أو استخــدم لاصقاً لتثبيتهــا. ثم اطلب إلى

الطلاب بعد تعرّف خطوط الأعداد، أن يعملوا في مجموعات مختلطة لرسم جدول أعرف– أريد أن أعرف– تعلّمت، وتعبئة العمودين الأول والثاني أعرف– أريد أن أعـرف، ثم يتشاركوا في أفكارهم، ويدونوها في جدول أكبر رسمته. وستلاحظ فـي أثناء تجوالك بين الطلاب، والاستمـاع إلى أفكارهم في الاجتماع الأول لهم مع مجموعاتهم، أن الخلفية النظرية قد تكون مخالفة لتوقعاتك عن مدى إتقان كل طلاب للموضوع. ويمكن أن يكون مصدر المعلومات هذا عن تباين المعلومات أكثـر موثوقيـة من الإضافات التي يكتبها كل طلاب فـي جدول أعرف– أريد أن أعرف– تعلّمت، الخاص بمجموعته.

يمكنك في الدروس اللاحقة، نقل الطلاب إلى مجموعات ذات مستوى أعلى أو إلـى مستوى أدنى للتحدي القابل للتحقيق، ويعتمد ذلك بناءً على ملاحظاتك حول مدى فهمهم ومشاركاتهم فـي المجموعات غير المتجانسة التي شُكّلت في البدايـة. ثم توجّه المجموعات التي وضعت في المستوى المناسب للتحدي، على أن تتحسّن من خلال استمرارهم في تنفيذ الأنشطة. أمّا الطلاب الذين يتمتعون بمستويات إتقان/ خلفية عالية، فإنهم سيصلون في النهاية إلى التحليل المفاهيمي الـذي يعنيه خط الأعداد بالنسبة للأعـداد الصحيحة. والمجموعات التي تعمل بصورة أكثـر في المستويات التأسيسية في الاستكشـاف، ينبغي أن تكون ضمن المستويـات المناسبة للتحدي القابل للتحقيق ، ولكنهـم سيستفيدون أيضاً مما يجـري حولهم. فملاحظاتهم عن إشراك المجموعـات الأخرى في أنشطة تبدو ممتعة، سيؤدي إلى توليد الدافعية لديهم للاستمرار في الاكتشافات والنقاشات؛ لتحقيق مستويات أعلى لو طبقوا هذه الأنشطة نفسها.

والنشـاط الآتـي يوضح التمايـز الذي يمكـن أن يحدث فـي المجموعات المتجانسـة، ويمكـن أن يُستفـاد منه فـي مستويات متنوعة مـن التحدي القابل للتحقيق.

المجموعة الأولى: مستوى تعقيد منخفض. اعمل «نمذجة توضيحية»، على أن تعدّ بصوت مرتفع كلما تقدمت إلى الأمام على طول خط الأعداد من الصفر إلى 5، وأنت تنظر للأسفل وتعدّ الأرقام في أثناء السير. ومن ثمّ يأخذ كل طلاب الدور في عدّ الخطوات بصوت مرتفع في أثناء سيره، ويتوقف حيث شاء، ويعلن عن عدد الوحدات التي تخطّاها. وتؤكد بقية المجموعة على كلام السائر «بالنظر» إلى العدد الذي يقف عليه. وبعدما يحظى كل طلاب بفرصة للمشاركة، شجّع أفراد المجموعة على مناقشة ملاحظاتهم. ثم اطلب إليهم أن يكتبوا نتائجهم أو يرسموها بصورة فردية على جدول المجموعة.

المجموعة الثانية: مستوى تعقيد متوسط (تفكير مفاهيمي مبكر) يمكن للطلاب الذين يظهرون إتقانهم مبكراً أن يكونوا في مجموعة مرنة في القسم الثاني من الوحدة الدراسية، ومن ثمّ يرتقي مستواهم إلى إجراء الجمع والطرح. ويمكن للطلاب الذي يسير على خط الأعداد أن يتوقف عند أي نقطة. وعليه، يمكن لأفراد المجموعة أن يأخذ كل منهم دوراً، ويطلب إلى الطالب أن يسير خطوة أخرى، ويعلن عن الرقم الجديد. ويمكن لهذا الطالب أن يختار إما النظر إلى الرقم، وإما تخمين الإجابة قبل التأكد.

وسّع النشاط من خلال الطلب إلى أفراد المجموعة أن يتوقعوا أين يمكن أن يكون المتطوع «السائر» عندما يسير خطوة، أو خطوتين أو ثلاث خطوات، وهكذا. ومن ثم يتعين على الطالب أن يتّخذ عدد الخطوات الصحيحة؛ وعليه، تستطيع المجموعة أن تختبر صحة تخمينها. ويمكن للمتطوع أن يخمّن على نحوٍ مستقل قبل أن يطبق الخطوات، ويختبر صحة تخمينه.

يمكن للمجموعة بعد أن يتاح لكل فرد منها الفرصة بأن يكون هو «السائر»، أن تمثّل نتائجها على صورة رسم بياني أو جدول. ثم يتعين على الطلاب أن يصفوا النشاط الذي نفّذوه مستخدمين مفرداتهم الخاصة، إذ قد يستخدم بعضهم

مفـردات تشير إلى عمليـة الجمع، مثل «سار إلى الأمـام 3 مربعات من الرقم 3 وانتهـى إلى المربع 6»، أو «سار إلى الأمام (أو إلى اليمين) 3 خطوات أخرى من الرقـم 3، ووقف على الرقم 6». واكتب على السبورة قائمة بالمفردات الرياضية ذات العلاقة التي يستخدمها الطلاب في وصفهم.

عندما ينظـر الطلاب إلى الكلمات التي استخدموها في وصف السير إلى الأمام أو اليمين، فإنهم قد يستخدمون كلمة جمع، ولكن هذا ليس أهم من مشاهدة هذه العملية، ووصف النتيجة المتوقعة. وبمرور الوقت، سيكتشف الطلاب عملية الجمع، وسيستخدمون في النهاية هذه المفردة بعد أن يكونوا قد فهموا معناها؛ لذا شجعهم في الأنشطة اللاحقة في لعبة السير على خط الأعداد، على استخدام كلمـة جمع، واكتب نتائجهـم في جمل، مثل: «كنت واقفاً علـى الرقم 7، ومن ثم جمعت 3 خطوات أخرى، وأصبحت واقفاً على الرقم 10».

لم يمض وقت طويل قبل أن يبدأ الطلاب طبيعيًّا باختبار الحركة على خط الأعداد في الاتجاه المعاكس، حيث إنهم سيتوصلون إلى مفهوم الطرح على خط الأعـداد. هناك خيـارات (احتمالات) عدة يمكن القيام بهـا لمساعدة الطلاب علـى تحويل هذه المعلومات الجديدة إلى تمثيلات أخرى من الجمع والطرح من خلال المعالجة الذهنية، بما في ذلك تنظيم مجموعة من الأشياء، وكتابة جمل باستخدام مفردات مفاهيمية مناسبة.

يمكن للطلاب الاستمرار في لعبة السير على خط الأعداد، فمثلاً يمكن أن تطلب أنت أو أفراد المجموعة من المتطوع «السائر» البدء من الرقم 9 والسير 5 خطوات إلى الخلف. ثم اطلب إلى الطلاب أن يتوقعوا قبل أن ينتقل المتطوع من مكانـه، ثم اطلب إلى الطلاب، بعد انتهاء التوقع، أن يتوقعوا الرقم الذي سيقف عليه «السائر» إذا سار خطوة أو خطوتين إلى اليسار، ثم اطلب إليهم أن يتوقعوا أيضـاً مـن جديد الرقـم الذي كان مطلوبـاً أول مرة (أي السيـر خمس خطوات

إلى اليســار)، واطلب إلى «السائر» أن يتبع عدد الخطوات الصحيحة. فإذا بقي التخميــن (التوقــع) غير صحيح، فاطلــب إلى الطلاب أن يتشــاوروا فيما بينهم فــي كيفية إعادة النظر من جديــد في العملية التي شاهدوها، والتخمين بصورة صحيحــة في المرة القادمة. وإذا تطلّب الأمر، فاطلب إليهم العودة إلى التمرين الأول وهــو عدّ المربعات في أثناء مشاهدتهــا. حيث يبدأ «السائر» عند الرقم 9 ،ومن ثم، دون أن يخمّن، يعدّ حتى 5 بصوت عالٍ في أثناء السير خمس خطوات على خط الأعداد إلى اليسار. وشجع الطلاب على الجهر بصوت عالٍ للتعبير عن الإجــراءات التي ينفّذونها، فمثــلاً «بدأت من الرقم 9، ثم مشيت خمس خطوات إلى الوراء، وأنا الآن واقف على الرقم 4».

عندمــا يخطئ أفراد المجموعة في التخميــن شجعهم على اتباع النموذج التدريبــي الذي أعددته؛ لأنه سيساعدهم على رفع مستوى مهارتهم عند تلقيهم التعليمــات الداعمة، وتجنب الانتقــاد أو أخذ الحل من «السائر». سيشعر كل من «السائر» وقائد المجموعة بالراحة والرضا بسبب هذا التعاون، وسيشعرون أيضاً حتى بالدوبامين الجالب للمتعة عندما يكون اللطف والتفاؤل والرضا الذاتي ورحابة الصدر والتفاعل الإيجابي بين الأقران. وسيؤدي ذلك إلى انخفاض مستوى التوتر، وسيعود الطلاب إلى تنفيذ أنشطة خط الأعداد بمشاعر إيجابية، وهذا يعود إلى تفاعل دورة الدوبامين والمتعة التي تجعلهم يتقبلون تنفيذ تجربة إيجابية.

لقــد شاهدت طــلاب يشاركون فــي هذا النشــاط في مناسبــات عديدة، ويتناقشون في أسباب صحة بعض التخمينات، وخطأ بعضها الآخر.

لقد كان تفاعلهم حماسيّا، ولكن نادراً ما كان مندفعاً أو عدوانيًّا. لقد شعروا بالراحة في مشاركتهم الآخرين في الأفكار وتحمل المسؤولية الجماعية للتواصل بصبر حتى تستمر المجموعة في اكتشاف المعرفة وبنائها معاً.

تأتـي أهمية عدم فرض مفردتي الجمع أو الطـرح أو الرمزين + أو – في هـذه المرحلة؛ لأنه بوسع الطلاب بناء مفاهيمهـم الخاصة بدلاً من حفظ صيغ مجردة. فعندما نلجأ إلى التجريد بإضافة الكلمات والرموز الصحيحة فيما بعد، سينشأ مســار عصبي قوي ودقيق، وستكون لهاتين المفردتين في ذهن الطلاب معانٍ ملموسة؛ لأنهم سبق أن بنوا هذين المفهومين بأنفسهم، واختبروا المكافأة الذاتية في تحقيق تحدٍّ قدّروا قيمته.

المجموعة الثالثة: مستوى تعقيد عالٍ (**تفكير مفاهيمي أكثر تجريداً**). بالنسبة للطلاب الذين لاحظت تحسّناً في إتقانهم في المستوى المتوسط، وهم حاليًّا دون مستوى التحدي القابل للتحقيق المناسب لهم، أو بالنسبة للطلاب الذين يتقنون المادة الأساسية، فإن الأنشطة المذكورة هنا أعلى من مستواهم. لذا اطلب إلى الطـلاب أن يعملوا في مجموعات ثنائية من خلال العصف الذهني؛ كي يتعرفوا كيفية استخدام خط الأعداد في أمور أخرى، أو يتبعوا توجيهاتك كي يتوصلوا إلى مفهوم المضاعفات والضرب. فمثلاً، يمكنك أن تسأل السؤال الآتي: «هل يمكنك إيجاد طريقة لتعرف ماذا سيحصل، وكيف يمكنك أن تخمّن مكان «السائر» إذا سار خطوتين في كل مرة؟»

عندما يتقن الطلاب في النهاية، الطرح على خط الأعداد، عليهم أن يتعرفوا كيفية كتابة الأعداد الصحيحة السالبة إلى أسفل العدد 0 (إذا كان خط الأعداد رأسيًّا)، أو يسار العدد 0 (إذا كان خط الأعداد أفقيًّا). لذا سيطلبون إليك إضافة المزيـد من الورق على يسار الصفـر (أو بإمكانك المبادرة وإضافته قبل حصة الرياضيات القادمة) لاستكشاف الأعداد السالبة. وعندما تجد الطلاب يناقشون ويخمّنــون ويطلبون إليك تدريسهـم المباشر فهم بذلك (**يرغبـون في معرفة ما يجب أن تدرّسهم**)، ويكونون في وضع مثالي للتعلم الاندفاعي والمثابرة من خلال التعلم من الأخطاء والعقبات. لذا، شجعهم أولاً على استخدام التخمين للتحقق

من صحة فهمهم، واسألهم: «أين سيكون موقع «السائر» إذا بدأ من العدد 7 وسار 7 خطوات، أو 9 خطوات، أو 11 خطوة إلى اليسار؟». ينبغي أن يقف كل طلاب على العدد (العدد 7)، ومشاركة المجموعة في تخمين العدد الذي سيقف عليه عندما يسير السائر الخطوات المختلفة إلى اليسار قبل أن يسير فعلاً.

إن استمرار استخدام التخمين للتحقق من الفهم في هذه المرحلة، يؤدي إلى بناء المنطق الرياضي لدى الطلاب، وهي طريقة مريحة (أي أقل مجازفة) وأكثـر متعة؛ (لأنها تتضمن الحركـة، وتحفّز الدوبامين، ويشارك فيها الأقران) للتـدرّب من خلال تمارين القلـم والورقة، وأن هذه الطريقـة أكثر ملاءمة؛ لأن المهمة ليست استخدام الرموز المجردة **للسالب** أو **الطرح**، ولكن بناء المفاهيم التي سيربطها الطلاب لاحقاً بهذه الرموز. وهذه الطريقة في بناء المفهوم تتفادى الخلط المحتوم فيما يتعلق بالفرق بين رمز – على أنه إشارة إلى القيمة السالبة، والرمز نفسه الذي يشير إلى عملية الطرح.

شجع الطلاب على إيجاد كلمات لوصف ما تمثّله الأعداد السالبة بالنسبة إليهم. فقد يقولون مثلاً: «ثلاثة أسفل 1»، أو «ثلاثة على الجهة الأخرى من الصفر». وبالنسبـة للطرح، ستصبح هذه الكلمات التي استعملها الطلاب مفاهيم مملوكة لهـم؛ لأنهم يبنون فهمهم بأنفسهـم. وعليه، فإن الطلاب يمتلكـون أدوات قيمة للتعزيز والمعالجة الذهنية لتطوير مفهوم الأعداد السالبة لديهم.

وبمـرور الوقـت، لاحظ كيـف يختلف الطـلاب عندما يسيـرون على خط الأعداد، واطلب إليهـم أن يصفوا طريقة تفكيرهم. سوف تجد أدلة تمكّنك من تمييـز المستكشفين الذين يقومون أولاً بالسير خطوات، ومن ثم يطوّرون قواعد أو مفاهيـم موحّـدة لبناء فهمهم للأعـداد السالبة. وستلاحـظ أيضاً أن قارئي الخريطة يرسمون رسوماً بيانية، أو يدوّنون الملاحظات ويرسمون خطوط أعداد

صغيـرة خاصة بهم، أو يعبرون بالألفاظ عن الخطوات بصورة متسلسلة قبل أن يفكروا في تطوير مفهوم موحّد.

بعـد أن يستوعب الطلاب في المجموعة الثالثة الحركة على خط الأعداد، فـإن الخطوة التالية هـي جعلهم يستخدمون وسائل يدويـة لتوضيح أن 3 زائد 4 يسـاوي 7، وأن 7 «مطروحاً منها» 3 يساوي 4. وشجعهم في أثناء قيامهم بذلك، على التفكير بصوت عالٍ، ووصف ما يقومون به باستخدام لغتهم الخاصة. ويجب أن تعمل المجموعات ضمن قاعدة أساسية، وهي أنه يمكن لأفراد المجموعة أن يختلفـوا مع شـرح المتحدث، أو يتفقوا معه، أو يضيفـوا إلى كلامه فقط بعد أن ينتهـي. حيث يوفر لك الاستماع إلى هـذه النقاشات معلومات فعالة عن التقويم التكويني فـي أثناء قيامك بوضع علامات إلى جانب أسماء الطلاب المستعدين للانتقال إلى مستوى أعلى من التحدي القابل للتحقيق.

وسيختلف الطلاب في الوقت الذي سيحتاجون إليه في التخمين والتصحيح والتمرين والملاحظة قبل أن تتضّح لديهم العملية أو الإجراء الجديد، والاستعداد لتبسيط المفهوم وتوحيده، باستخدام كلمات جديدة في الوصف المعتمد للأعداد السالبة. وعندما يصبح النشاط البدني منطقيًّا لدى الطلاب، ويصبحون قادرين على أن يتواصلوا مع الآخرين في فهمهم، عندئذٍ يكونون مهيَّئين لامتلاك التمثيلات الرياضية التجريدية والمفاهيمية العالية المستوى في استخدام الأرقام والرموز وإشارات العمليـات والصيغ والمعادلات. فقد يصلون للإجابات الصحيحة دون المرور بهذه الخطوات الوسطى، ولكن ستكون إجاباتهم محفوظة عن ظهر قلب، وخالية من الفهم المفاهيمي الذي يبنـي الشبكات العصبية الضرورية للمعرفة الرياضية.

وكما تفعل مع معظم المجموعات التعاونية، أعلن للطلاب عن وقت للانتباه قبـل بضع دقائق من توقّفهم عن جمع بيانات جديـدة، واطلب إليهم مناقشة ما

لاحظوه؛ حيث إن هذا الوقت يسمح للطلاب الذين لم يشاركوا بالمشاركة. وعندما تعلن عن الوقت مرة أخرى، عليهم كتابة استنتاجاتهم أو رسمها بصورة فردية، ثم تدوينها على جدول المجموعة. ولكن قبل أن يعرض الطلاب النتائج التي توصلوا إليها، راجع المادة التي ستقدمها المجموعة لترى إن كان الوقت مناسباً حتى يسمع سائـر أفراد الصف المعلومات، أو قد يكون عرض المجموعة أيضاً فوق مستوى التحدي القابل للتحقيق لبعض الطلاب، حتى يتقدموا أكثر في استكشافاتهم.

إذا كانت هـذه الحالة مطروحة، فوضّح السبـب للمجموعة، وراجع معهم الأخطاء، وادعم اقتراحاتهم في إجراء المزيد من البحث إذا كانت المجموعات الأخـرى بحاجة إلى مزيد من الوقت، وتحدّهم فـي إعداد مادة ليعرضوها على الصـف بوضوح من أجـل الطلاب الذين بـدؤوا للتوّ باستيعـاب المفهوم. وأحد الخيارات لبناء فهم عميق لديهم وبناء مهارات الاتصال، هي إعداد مادتهم بطرق عدة، مثل استخدام أشكال مختلفة من المدخلات المثيرة للحواس (كالمدخلات المرئية والسماعية، وعرض حي للخطوات التي نفذوها) حتى ترتبط بنقاط القوة التعلمية لدى المستكشفين وقارئي الخريطة.

فهم عملية القسمة

بعد أن تمهّد الوحدة الدراسية لتقويم المعرفة السابقة عن الموضوع وإثارة الدافعية لدى الصف، نمذج النشاط الآتي باستخدام الوسائل اليدوية، والهدف من ذلك أن يستوعب الطلاب مفهوم القسمة بوصفها طريقة لتقسيم الكميات الكبيرة إلى أعداد محدّدة لهذه التقسيمات، وإدراك أن العملية (التي ليس من الضرورة فـي البداية أن نسمّيها **القسمة**) هي أداة لتخمين عـدد الأشياء التي ستكون في كل مجموعة جديدة بناءً على الهدف (أيّ، كم مجموعة صغيرة نحتاج إليها؟).

عودة إلى العمل بدءاً من هذا الهدف، يستخدم هذا النشاط الوسائل اليدوية على أنها تمثيل تجريدي لعملية القسمة. وإحدى طرق تقويم المعرفة السابقة هي عرض أمثلة عدة باستخدام الوسائل، وعدّ عدد الأجسام الموجودة لدى كل مجموعة صغيرة. وبعد عرض بضعة أمثلة، اطلب إلى الطلاب كتابة تخميناتهم حول أهداف العرض التالي على ورقة أو على سبوراتهم البيضاء الخاصة بهم. وستساعدك التغذية الراجعة من هذا التمرين على تخطيط المجموعات المرنة للنشاط التالي.

المجموعة الأولى: مستوى تعقيد منخفض. تضم هذه المجموعة الطلاب الذين تكون تخميناتهم في معظمها غير صحيحة بعد استخدامك الوسائل اليدوية، وحتى بعد أن تلقيت تغذية راجعة صحيحة على الأسئلة التي طُرحت في البداية. وستطوّر هذه المجموعة مهارات ما قبل القسمة من خلال الألعاب أو «المشاركة» في الأنشطة.لذا، ابدأ بإعطاء المجموعة 10 وسائل يدوية كالمكعبات الصغيرة، واطلب إليهم أن يبينوا كيف يمكنهم تقسيمها على مجموعتهم لو كانت مكوّنة من خمسة أفراد (يمكن تعديل الأرقام حسب عدد أفراد المجموعة). ويمكن للطلاب أن يعتمدوا في عملهم على نقاط القوة التعلمية التي لديهم، والعمل بصورة فردية في مجموعات أو ثنائية في البداية. وقد يرغب قارئو الخريطة في التفكير أولاً، ومن ثم مناقشة أفكارهم، وأخيراً توزيع المكعبات وفقاً لذلك. ويمكن للمستكشفين الذين يرغبون في الحركة أو استخدام الوسائل قبل أن يدلوا بأفكارهم القيام بذلك. وعندما تجتمع المجموعة للنقاش، اطلب إلى كل طلاب أو إلى كل زوج منهم توضيح الأسباب التي دفعته إلى العمل.

استخدم في المرحلة التالية 15 مكعباً، واطلب إلى كل فرد أن يخمّن عدد المكعبات التي سيحصل عليها كل فرد في المجموعة إذا وُزّعت المكعبات توزيعاً عادلاً. وسيتحقّق الطلاب فيما بعد من صحة تخميناتهم باستخدام المكعبات.

كرّر هذه العملية مستخدماً عدداً مختلفاً من المكعبات في كل مرة، ومن ثم اختر عـدداً مختلفاً من الطلاب في كل مجموعة (مثـلاً، إثنان أو ثلاثة). ويتعين على الطلاب تسجيل البيانات، ومناقشـة النتائج التي توصلوا إليها، وإعداد ملخص أو رسم بياني يوضح تفسيراتهم.

المجموعة الثانية: مستوى تعقيد متوسط (تفكير مفاهيمي مبكر). تتألف هذه المجموعة من الطلاب الذين خضعوا للتغذية الراجعة التصحيحية، وكانت تخميناتهم صحيحـة وقادرين على توضيح تفسيراتهم (التعليلات) عندما كنت تنمذج عملية تقسيم الوسائل اليدوية للصف جميعاً. ويمكن لأفراد هذه المجموعة البدء باستخدام الوسائل اليدوية الخاصة بهم، ولكنهم سيكونون قريباً مستعدين للانتقال إلى تحدٍّ أكبر.

استخـدم قطعاً نقدية حقيقية أو بلاستيكية، وكوّن مجموعات خماسية من الطلاب ، ثم اسأل السؤال الآتي، مثلاً: كم قلم رصاص ثمنه 10 قروش، يستطيع كل فـرد مـن أفراد المجموعة «شراءه» لو وزّع 100 قرش على المجموعة توزيعاً عـادلاً؟ ثم اسـأل أسئلة أخرى حول شـراء أشياء ثمنهـا 10 قروش، ومن ثم 20 قرشـاً، لتحديد عدد الأشياء التـي يستطيع كل فرد «شراءها». وبعد أن يستخدم الطـلاب الوسيلة التي يفضّلونها (مثلاً، شفهيًـا أو باستخدام مخطط تنظيمي) لعرض نجاحهم عندما يحلون المسائل المتعلقة بالأشياء التي ثمنها 10 قروش أو 20 قرشاً، يمكن أن يجربوا تحديًّا آخر وهو شراء أشياء قيمة كل منها 15 قرشاً، ملتزمين بقاعدة أن يحظى كل فرد من المجموعة بالعدد نفسه من الأشياء.

هيّئ الطلاب في جميع أنشطة تعلّم المجموعة، للنجاح من خلال مشاركتهم في قواعد العمل الجماعي (العمل في مجموعات)، مثل القاعدة التي تنص على أن يكون **كل** فرد في المجموعة قادراً على توضيح ما تقوم به مجموعته مع إعطاء السبب، أو لا يُعدّ عمل المجموعة بصورة كلية ناجحاً.

المجموعة الثالثة: مستوى تعقيد عالٍ (تفكير مفاهيمي أكثر تجريداً). تتألف هذه المجموعة على الأرجح من الطلاب الذين يعرفون مسبقاً كيفية إجراء عملية القسمة التي لها باقٍ. وقد تفصل هذه المجموعة عن مجموعة مستوى التعقيد المتوسط؛ لأنك لاحظت أن طلابها بحاجة إلى مستوى أعلى من التحدي القابل للتحقيق، أو ربما لجأت إلى تقويم مسبق يكشف عن خلفياتهم النظرية؛ وعليه، فإنه من المنطقي أن يكونوا منذ البداية ضمن المجموعة ذات مستوى التعقيد العالي.

ويمكن أن يستخدم هؤلاء الطلاب قطعاً نقدية حقيقية أو بلاستيكية للإجابة عن الأسئلة المتعلقة بشراء أشياء (مثلاً، كميات صغيرة لها قيمة معينة وكتل كبيرة أغلى ثمناً) ثمنها 10 قروش و20 قرشاً، ثم يحسبوا قيمة أعداد متنوعة من الكميات الصغيرة، ثم من الكميات الكبيرة، ثم مما اختلط منها. وأخيراً، يوزعون الوحدات (القروش مثلاً) توزيعاً عادلاً على أفراد المجموعة، ومن ثم يوزعون الكميات التي لها ثمن معين من الوحدات.

قريباً، ستجد أن بعض أفراد المجموعة بدؤوا في كتابة الحسابات باستخدام الرموز الرياضية الصحيحة. ومن المحتمل أن يستخدموا مصطلح **الباقي** عندما يستخدمون كتلاً صغيرة وكتلاً كبيرة لتمثل قيمة 30 قرشاً، ومن ثم يلتزمون بالشرط وهو أن يحظى كل فرد في المجموعة بالقيمة نفسها التي تمثّلها الكتل.

هناك خيارات عدة متاحة لهؤلاء الطلاب. ويمكنك أن تطلب إليهم قسمة مقبولة لمنتجات ما لا يمكن إجراؤه، على أن يلتزموا بفئات 10 و20 قرشاً بما في ذلك الوحدات (مثل الفلوس)، ويمكن التقسيم إلى أجزاء متساوية في القيمة، بالإضافة إلى هذه الفئات. ويمكن أن يناقش الطلاب مفهوم **الباقي** مستخدمين تعبيراتهم الخاصة، ومن ثم كتابة نص روائي أو مسرحي يمثّلون فيه الباقي على أنه كائن متحرك. وقد يصبح هذا العمل جزءاً من التدريس في الحصة القادمة

عن الباقي أو الكسور في إجابات مسائل القسمة. ويمكن أيضاً تصوير المسرحيات الفكاهية لطلاب صفوف السنة القادمة.

وهنـــاك خيار آخــر، هو تزويد هذه المجموعة بإعلانـــات من الصحف، أو النشرات الإعلانية الخاصة بالمحال التجارية الكبيرة (السوبرماركت) التي تعرض منتجات بسعرين مختلفين بناءً على ما تشتريه، فمثلاً، شراء منتج واحد بنصف دولار أو ثلاثة منتجات بدولار، ثم اطلب إلى الطلاب قصّ إعلانات من الصحف تتعلق بمنتجات يحبونها، واكتشاف طرق (عملية أو خيالية) لمعرفة سعر المنتج الواحــد بالسعر الجديد، ومعرفة المبلغ الــذي سيحتاجون إليه لشراء منتج لكل طلاب في الصف. ويمكن للطلاب بعد ذلك تصميم ملصقات إعلانية باستخدام الإعلان الأصلي، وتوظيف أفكارهم في حل المسائل التي اقترحتها عليهم. ويمكن أيضـــاً أن تكون هذه الملصقات الإعلانية جزءاً من المادة التعليمية عندما يكون سائــر الطلاب مستعدين للقيام بهذا النوع من الحسابات. وستثير هذه التجربة الدافعية لدى الطلاب في هذه المجموعة؛ لأنها ضمن المستوى المناسب لهم من التحدي القابل للتحقيق، وتتطلب منهم الإبداع وتشتمل على خيارات متعددة لنقاط القوة التعلمية المختلفة، وهذه التجربة ذات قيّمة لأنها مفيدة للدروس اللاحقة.

نشاط صفي للمجموعات كلها. ينمّي الطلاب من خلال هذا النشاط أفكارهم الخاصة عن الباقي، ويختبرون درساً اجتماعيًّا قيّماً عن العدل. ويتيح هذا النشاط أيضاً فرصة لعرض مواقف تكون فيها الآراء المختلفة جميعها صحيحة.

قسّــم الصف إلى مجموعات ثلاثيــة، واطلب إلى الطلاب تقسيم سبع كتل كبيرة على أن يحصل أفراد المجموعة على حصص متساوية. وهناك حلول غير عمليــة وخيالية، مثل الادّعاء بتقسيم الكتل الباقية إلى أجزاء هي فرص عظيمة للمتعــة والإبداع. وعلى الرغــم من أن المجموعات لا تــزال تعمل ضمن الخلفية المعرفيــة للطــلاب المتعلقة بالقسمة التي لها بــاق، إلا أن المفاهيم التي يبنيها

الطالب أو يكتبها أو يرسمها أو يطبقها تصبح «إعلانات» محفّزة للدروس اللاحقة المتعلقة بالكسور دون استخدام مصطلح **كسر**.

وتصبح الكلمات والتوضيحات التي يستخدمها الطلاب روابط في الذاكرة، كالمشاعر الإيجابية والمتعة (المعزّزة من قبل الدوبامين) التي يحظون بها في أثناء محاولاتهم حل مسألة الكميات في مجموعاتهم. لذا؛ ستنشأ لديهم شبكة عصبية تربط المعلومات الجديدة عن الكسور بعضها ببعض في الوحدة الدراسية القادمة، وسيتعامل الطلاب مع الكسور بتفاؤل ومرونة.

أطلبُ إلى طلابي وضع قوائم بالكلمات أو عمل رسوم في أثناء الاستقصاء عن الكميات الإضافية كي أتمكّن من إعادة إنشاء رابط بنشاط الكميات في الدروس اللاحقة. ولما كانوا قادرين على الإبداع وليس بالضرورة عمليين في نشاط الكميات، فإن أفكارهم تعكس كثيراً من الأفكار، مثل تقسيم الكميات بالمنشار إلى قطع، أو رمي القطع بعيداً، أو شراء قطع إضافية من المجموعات الأخرى، أو مشاركة القطع مع مجموعة أخرى بالتناوب (على أن تأخذ كل مجموعة القطع الإضافية في أيام متناوبة). ويرسمون أيضاً بابتهاج رسوماً مبدعة ويكتبون كلمات؛ حيث إنني أضيفها لاحقاً إلى جدول الصف، مثل **استعار**، **أعار**، **قسّم**، **فَصَل**، **قَطَعَ**، **أجزاء متساوية**، **قِطع**، **كامل**، **نصف**، **ربع**. ألصق هذا الجدول ورسومهم عندما نبدأ بالوحدة الدراسية عن الكسور، ثم أعيد الجداول والرسوم الأصلية إلى المجموعات لاحقاً؛ فبالنسبة للمجموعتين الأولى والثانية، أكتب المفردات الرياضية «الرسمية» أسفل كلماتهم، وأطلب إلى المجموعة الثالثة كتابة المفردات أو الرموز التي يعتقدون أنها مناسبة.

وفي نهاية اليوم، خصّص وقتاً لإعطاء عقلك الفرصة للإقرار بالنجاحات التي حقّقتها؛ هل قلّلتَ من السلبية تجاه الرياضيات لدى أحد الطلاب أو أشركت تلميذاً واحداً على الأقل في مستوى التحدي القابل للتحقيق المناسب له؟ وهل

عرضــت شيئاً عن الرياضيــات قدّره الطلاب واستمتعوا بــه؟ وهل شعر الطالب المعارضـ بالراحة في المشاركة، أو جازف بارتــكاب الأخطاء؟ إن حدث ذلك، فقد قرّبت تلميذاً من الموقف الإيجابي تجاه الرياضيات، بل وأكثر من ذلك. وإذا شعــر طلابك بالتفــاؤل الناتج عن التحسن ضمن مستواهــم في التحدي القابل للتحقيــق، فإن هذه التجربة الإيجابية ستقوّي إحدى الشبكات العصبية المتعلقة بالرياضيات. كان اليوم ناجحاً؛ لأن هذا المسار العصبي أصبح أقوى وأقرب إلى أن يصبح المسار الاعتيادي لدى الطلاب–أيّ الذي سيعمل بعقله عندما يتعامل مع تحديات جديدة بكل مرونة. فهذا جيد لك!

الفصل الرابع

الحدّ من القلق الناجم عن

ارتكاب الأخطاء

«كانـت لديّ مشكلات مع معلمة الرياضيات. فعندمـا كنت أطرح سؤالاً، لم تجبني وقالت إنه يتعين عليّ الاستماع، ولكنني كنت أستمع، ولم يكن شرحها جيداً».

ياسمين- تلميذة في الصف السابع

إن الأخطاء التي يرتكبها الطلاب غالباً ما تكون أخطاء متناغمة، باستثناء الأخطاء الناتجة عن الإهمال أو النقص في الحقائق الحسابية الأساسية. وأكثر هـذه الأخطاء شيوعاً هي أخطاء في تطبيق الإجراءات أو في تعلم الخوارزميات (إجراء الحسابات) عن ظهر قلب (التذكّر الصمّي). وتحدث هذه الأخطاء عندما لا يطور الطلاب التفكير الرياضي المنطقي الذي يصاحب بناء الأنماط الذهنية للمفاهيم؛ إذ إن تعلم الإجراءات والحقائق عن طريق الحفظ عن ظهر قلب فحسب ليس مفيداً لاستخدامها بنجاح في مواقف جديدة.

وكما هو الحال مع المواد الأخرى، فإن لدى الطلاب مفاهيم غير صحيحة عن الرياضيات. وهذه المفاهيم غير الصحيحة تعيق عملية التعلم؛ لأنها راسخة بقوة في الشبكات العصبية التي تنشط مرة تلو الأخرى؛ لذا، يحتاج الطلاب إلى تجارب ملموسة للتخلص من هذه المفاهيم المغلوطة.

إن التخلص مـن المفاهيم غيـر الصحيحة عن الرياضيـات أمر صعب، والاكتفـاء بتكرار الدرس أو إعطاء المزيد من الوقـت للتمارين لن يكون مفيداً. والطريقة الفضلى هي عرض الأخطاء الشائعة للطلاب، ومساعدتهم على دراسة

أمثلــة لمسائـل محلولة تتبين فيها هــذه الأخطاء، وتمنحك هــذه الطريقة أيضاً الفرصة لتعزيز المهارات النقدية التأسيسية.

ارتكاب الأخطاء الشائعة

جمـع أعـداد مـن منـازل عدة أحـد الأمثلـة علـى الخطـأ الشائـع هـو: $811 = 37 + 54$. ويحـدث هـذا الخطـأ عندما يضع الطـلاب العددين 54 و37 فـي أعمـدة (أيّ بعضهمـا فـوق بعض)، ومـن ثم يجمعـون رقمـي كل عمود، فـ $11 = 7 + 4$، وَ $8 = 3 + 5$.

طـرح أعـداد من منـازل عدة يحـدث الخطأ الشائع عندمـا يطرح الطلاب الرقـم الأصغـر مـن الأكبر أينمـا كان. فمثـلاً، $27 = 29 - 42$، لأن $7 = 2 - 9$ وَ $2 = 2 - 4$. ولاحقـاً يتكرر هذا الخطأ مـع الأعداد الصحيحة السالبة، فيكتب الطلاب $10 = 55 - 45$.

تجميع الحدود المتشابهة هناك مفهوم آخر بحاجة إلى البناء ضمن إطار التعلم التجريبي، هو أنه يمكن **جمع الحدود المتشابهة** وطرحها فقط (أيّ الأشياء التـي تتكـون من فئة واحدة، أو مـن وحدات القياس نفسها). ومـا لم يُتعلَّم هذا المفهـوم ويُفهم فهماً تامًّا فـي المرحلة الابتدائية، سيبقى الطلاب يخلطون فيه عندمـا ينتقلون إلى تعلم المقامات المشتركة وتبسيط المعادلات الجبرية. ومن الأمثلة على هذا الخطأ الشائع في هذه الفئة الإجابة الآتية: 2أ 4 = 2 +أ

جمع الكسور العشرية وطرحها عندما يطبق الطلاب القاعدة التي حفظوها عـن جمع الأعـداد الكلية، فإنهم قد يضعون الأرقـام بعضها فوق بعض من جهة اليمين بدلاً من وضعها بناءً على نقاط الكسور العشرية. فقد يكتبون مثلاً:

123.4
– 4.593
بدلاً من:

–

123.4
4.593

الصفر بوصفه حافظ منزلة ما لم يتعلم الطلاب القيمة المكانية مبكراً، فإنهم سيخلطون بين الصفر بوصفه حافظاً للمنزلة والصفر الذي لا يغير من قيمة العدد. والمثال على هذا الخطأ الشائع هو على النحو التوالي:

$3.4 = 3.04$ وَ $3.40 < 3.400$. وهذا الخلط نفسه قد يؤدي إلى المفهوم غير الصحيح بأنه كي تضرب الكسور العشرية في العدد 10 فإنك تضيف إليه الصفر فقط؛ لأن الطلاب تعلموا «إضافة الصفر» عندما تعلموا الأعداد الكلية الموجبة والسالبة، ولكن هذا الحل لا يطبق على الكسور العشرية والكسور الاعتيادية.

جمع الكسور وضربها الخطأ الأكثر شيوعاً الذي يرتكبه الطلاب عندما يجمعون الكسور، ينتج عن جمع البسط والمقام، دون تغيير الكسور لتوحيد مقاماتها أولاً. ولا يستغرب عندما يرى الطالب $\frac{4}{5} + \frac{2}{3}$ أن يجمع البسطين (2+4=6) والمقامين (3+5=8)، ويكتب حاصل الجمع على النحو الآتي: $\frac{2}{3} + \frac{4}{5} = \frac{6}{8}$.

وكذلك، يرتبك الطلاب عند إخبارهم، دون .أن يكون لديهم استيعاب مفاهيمي، لماذا يتعين عليهم **ضرب** بسطي كسرين ومقاميهما عندما يريدون ضرب الكسرين، خاصة عندما قيل لهم بأنه لا يمكنهم **جمع** بسطي كسرين ومقاميهما عندما يريدون جمع الكسور. وأفضل طريقة للتخلص من هذا المفهوم غير الصحيح هو جعل الطلاب يستخدمون الوسائل اليدوية عندما يتعاملون مع الكسور لأول مرة. وهذه الطريقة تسمح لهم بتصور البسط والمقام مقسّمين

إلى أجزائهما الرئيسة. وعلاوة على ذلك، سينتج عن الخلط بين طبيعة عمليتي الجمع والضـرب الأخطاء الشائعة في تطبيق قواعـد التوزيع والتجميع والإبدال الخاصة بعمليتي الطرح والقسمة.

«**ينتـج عن الضرب دائماً عدد أكبر**» هـذه العبارة صحيحة بالنسبة للأعداد الكلية الموجبة، ولكنها غير صحيحة بالنسبة للكسور الاعتيادية والأعداد السالبة. إذ يكتسب الطلاب المفهوم غير الصحيح بأن هذه العبارة صحيحة في الحالات كلهـا؛ لأن خبرتهـم الأولى كانت مع الأعـداد الكلية الموجبة. فبـدلاً من قولك: «**نصـف ضـرب ثمانية**»، جرّب أن تقول: «نصـف الثمانية». فهذه هي الطريقة في لفـظ المسألـة (أيّ، عندما يُضرب كسر فـي عدد كلي)، وضّح لهـم بأن الناتج سيكون أقل من ثمانية.

المعـدلات والنسـب عندما تكتب على صـورة أعداد كلية أو كسـور اعتيادية. يجـب أن يفهم الطـلاب أن النسب أو المعدلات هي علاقة بيـن الأعداد وليست الأعداد نفسها. فمثلاً، قد يكتب الطلاب «2:2» أو «2 إلى 2» يساوي 1. فإن فعلوا ذلك، فقد فاتهم أن مفهوم المعدل هو المقارنة بين عاملين مختلفين (كالأميال مقارنة بالساعات)؛ لذا لا يفهمون لماذا لا يمثّل العدد الفردي أو العدد الكسري المقارنة، ولا يمكن أن يكون معدلاً.

وفّر البيئة الملائمة للطلاب الصغار

إن ما نعرفه عن الدماغ يشير إلى أن بيئات التعلم المناسبة للطلاب الصغار يمكـن أن تختلف في بعض الجوانب عمّا يناسب الطلاب الأكبر سنًّا. وهذا يعود إلـى خاصيتين مهمتين واضحتيـن لدى الأطفال، هما تحمّـل ارتكاب الأخطاء، والفضول الفطري.



المادة الرمادية

التجربة والخطأ

كثيـراً ما تستند أقوالنـا أو أفعالنا إلى تفسير الدماغ للمعلومات المخزونة في الذاكرة من التجارب السابقة؛ حتى أن معظم قراراتنا هي تخمينات مبنية في مستوى اللاوعـي وموجهة من هذه الذكريات. وتكون ذكريات القـرارات متضمّنة بالمتعة أو عدمهـا التي نتجت عن التخمينـات السابقة. وكذلك تبنى شبـكات الدماغ المُخزّنة للبيانات كما تُبنى التجارب السابقة؛ لذا، فإن استجابتنا للمدخلات الجديدة تصبح أكثر دقة.

تزداد قدرة أدمغتنا على تفسير البيئة من حولنا، من خلال الفضول وممارسة التجربة والخطأ، والمتعة الناتجة عن الدوبامين من الاستجابات الصحيحة، والمشاعر السلبية الناجمة عن الاستجابات غير الصحيحة ؛ حيث تزداد دقة الدماغ شيئاً فشيئاً في توقع (تخمين) ما الفعل (الإجابة) المناسب (الذي سيجلب المتعة). وترسل هذه التوقعـات على صورة إشارات إلى أجزاء الدماغ التي تتحكم في أفعالنا أو كلماتنا أو إجاباتنا عن الأسئلة. وكلما كبر الأطفال، ومروا بالتجارب، تحسن تفكيرهم، أيّ يمكن لقشـرة الدماغ الأمامية الانعاكسية أن تعدل مـن الاستجابة (اللاإرادية، التفاعلية) العاطفية للدماغ السفلي. ويستطيع الدماغ من خلال التجربة والخطأ وارتكاب الأخطاء والقيـام بالاختيار الصائب، أن يبني المسارات العصبية للمحافظة على الفعل الذي نتجـت عنـه المكافأة وتكراره. وهذا يعنـي للطلاب ولغيرهم أنه بعـد تخمينهم غير الصحيـح، فإنه عندما يتكرر السؤال عليهم مرة أخـرى، تزداد لديهم دقة التخمين وتتحسّن؛ لأن المعلومات غير الصحيحة في الدورة العصبية قد تغيرت.

تشيـر الأبحاث إلى أن الأطفال عـادة ما يكونون مرتاحين عندما يرتكبون الأخطـاء؛ فالأطفال الذين تقل أعمارهم عن ثمانـي سنوات، تُظهر الأجزاء في الدماغ المسؤولة عن التحكم المعرفي نشاطاً قويًّا بعد التغذية الراجعة الإيجابية،

وأمــا الأجزاء المتعلقــة برد الفعل علــى التوتر **فلا** تنشط مــن التغذية الراجعة السلبيــة؛ كرون، دونوهيــو، هونوميك، ويندلكن، بانج، فــان دوفينفورد، زانولي، رومباوتس، راجيمايكرز، كرون (Crone, Donohue, Honomich, Wendelken & Bunge, 2006; Van Duijvenvoorde, Zanolie, Rombouts, Raijmakers & Crone, 2008). إذا كنــت معلماً للصغار، فأنــت الراعي لقدراتهم الإبداعية الثمينة، وإن التحدي لبناء المهارات لديهم، دون وجود تحديات كافية، لن يؤدي إلى نموّ أدمغتهم الرياضية.

نريــد أن يبقى طلابنــا مرتاحين عند ارتكاب بعض الأخطاء، حتى يكون لديهم الاستعداد لتحدي أنفسهم في السنوات القادمة.

يولد الفضول الفطري معنا، ويحتفظ الأطفال بالكثير منه. ومنذ الطفولة، تحتاج عقولهم الصغيرة إلى فهم العالم من حولهم كي يعيشوا. وعلى الرغم من أن الفضــول الفطري مهم جــدًّا لتعزيز هذا الاسكتشاف، إلا أنــه يدفع السلوك دون وعــي. ويستطيع الطلاب من خلال الاستكشــاف، أن يبنوا تدريجيًّا شبكات عصبية للفئات (الأنماط والرسوم، مثلاً)، ومع استمرار الاستكشاف والاختبارات، تتوسع الشبكات لديهم لاستيعاب المزيد من التفاصيل. وتُعدل الشبكات استجابة للأخطاء (أي التوقعات غير الصحيحة المستندة إلى المعلومات الحالية) عندما ينشــئ الطــلاب روابط أكثر دقة بين ما توقّعوه ومــا جرّبوه (أيّ مدخلات المثير للحواس). وتحدث هذه العملية دون إدراك تام.

المادة الرمادية 

التغيرات المرتبطة بالعمر

الأطفال الذين تزيد أعمارهم على ثماني سنوات أو تسع ، يتفاعل مركز مكافأة تنظيم الدوبامين في نواة أكمبنس لديهم تفاعلاً قويًّا مع التغذية الراجعة الإيجابية (ينشّط قشرة الدماغ الأمامية)، ويتفاعل أقل ما يمكن مع التغذية الراجعة السلبية. أما الطلاب الأكبر سنًّا، فإن النشاط المتزايد ما زال يحدث في قشرة الدماغ الأمامية عندما يطلق الدوبامين استجابة للتغذية الراجعة الإيجابية (خاصة استجابة للإجابات/ التوقعات الصحيحة). ولكن أكبر تغير مرتبط بالسن هو التفاعل الشديد لنواة أكمبنس مع التغذية الراجعة السلبية التي يصحبها انخفاض في مستوى الدوبامين والمتعة وقلة وصول المدخلات من خلال مرشح اللوزة العصبية إلى قشرة الدماغ الأمامية. ويزداد نشاط نواة أكمبنس في سنوات المراهقة، ومن ثم ينخفض نشاطها في سن الرشد لتصبح نوبات انفعالية عميقة وأقل فجائية؛ كرون وآخرون (Crone et. al, 2006).

إن الاستجابة المرتفعة للتغذية الراجعة الإيجابية لدى الأطفال هي أمر عصبي منطقي؛ لأن أدمغتهم بحاجة إلى الدافعية ليستمروا في الاستكشاف وفهم العالم. وتبدأ الأمور في التغير في المرحلة الابتدائية العليا. ولما كانت قشرة الدماغ الأمامية تتفاعل أكثر عندما ينخفض مستوى إطلاق الدوبامين من قبل نواة أكمبنس الذي يحدث عند إدراك وجود الخطأ، فإن الطلاب من الصف السادس وحتى المرحلة الثانوية يتأثرون أكثر بالتغذية الراجعة السلبية، في حين يتأثرون بصورة أقل بالتغذية الراجعة الإيجابية. فتصبح المجازفة بارتكاب الأخطاء تجارب شديدة التوتر، خصوصاً أمام زملائهم في الصف، مما يقلّل من فرص تعلمهم.

ولمّا كانت عقول الصغار تُثار نتيجة حب الاستطلاع أكثر من تأثرها بالحساسية تجاه الحرج عند ارتكاب الأخطاء، فإنه يمكنك أن تتصرف بصورة

مباشرة، وتطلب إليهم الإجابة عن الأسئلة حتى لو لم يتطوعوا بأنفسهم. وغالباً ما تكون هذه الطريقة ضرورية للأطفال،لأن عقولهم لم تتطور بعد في التحكم في الانتباه؛ لذا فهم بحاجة إلى إشراكهم في الدرس بطرق مباشرة، كأن تناديهم بأسمائهم وتدعوهم إلى المشاركة.

تقليل المواقف السلبية تجاه ارتكاب الأخطاء

لا تُطبق الاستراتيجيات الآتية على الأخطاء التي تُرتكب في الامتحانات، بل على الأخطاء التي تُرتكب أمام الزملاء في الصف. وسنبدأ باستراتيجيتين عامتين لتشجيع المشاركة الواعية وزيادة التركيز باهتمام، ثم سنبحث في استراتيجيات لتحسين ردود أفعالك تجاه أخطاء الطلاب، واستراتيجيات لتشجيع المشاركة، واستراتيجيات لإيجاد طرق قليلة التوتر لاستخدام الأخطاء في التعلم.

✣ استراتيجية: طبّق قاعدة وقت الانتظار

عندما تنادي الطلاب الصغار بأسمائهم، حتى أولئك الذين لا يتطوعون للمشاركة، فإن وجود وقت للانتظار بعد طرح السؤال أمر ضروري؛ لمنع الطلاب المتحمسين من التلفظ بالإجابة بصوت عالٍ. واستخدام «التحدي المشترك» لتطبيق وقت الانتظار يخدم هذا الغرض. فمثلاً، أخبر طلابك بأنك إذا أردت اختيار أحدهم للإجابة عن السؤال، ينبغي أن يمتنعوا عن التلفظ بالإجابة بصوت عالٍ، أو رفع أيديهم حتى تذكر رقماً معيناً (مثلاً، مضاعفات الرقم خمسة، رقم أكبر من تاريخ اليوم، وهكذا). عندما تتجاهل أصواتهم المنادية بالإجابة وأيديهم المرفوعة فهذا يعد خرقاً للقاعدة، وسيدرك الطلاب عندئذٍ أنك لن تعبّرهم حتى يستمعوا بانتباه ويلتزموا بالقواعد جميعها، وأن عليهم الانتظار حتى سماع الكلمة المتفق عليها قبل أن يتلفظوا بالإجابة.

✣ استراتيجية: اسأل مجموعة من الطلاب في وقت واحد

ستزيد من مستوى تركيز الانتباه لدى الطلاب الصغار حين تنادي مجموعة منهم بأسمائهم للإجابة عن السؤال نفسه دون أن تخبرهم فيما إذا كانت إجاباتهم صحيحة. فالشخص الذي يفكر هو وحده الذي يتعلم.

عندما يستمع الطلاب إلى زميلهم وهو يدلي بإجابته والمعلم يخبره بأن إجابته صحيحة، فإنهم في هذه الحالة لا تتوافر لديهم محاولة لتخمين المعلومات بأنفسهم. ولكن إذا كانت ثقافة الصف تجعل الطلاب يعلمون أنهم مسؤولون جميعاً عن الإجابة عن الأسئلة جميعها (لأنك ستسأل مجموعة من الطلاب عن إجاباتهم قبل أن تدلي بالإجابة الصحيحة)، لذا فإنهم سيستمرون في التفكير في السؤال ذهنيًّا أو على ورق؛ لأنهم لم «يعطوا» الإجابة من الشخص الذي حلّ المسألة أولاً.

بعد أن تختار عدداً من المتطوعين ليعرضوا حلولهم، اطلب إلى الطلاب جميعاً التصويت على الإجابة. فإذا عرف سائر الطلاب أنهم ما زالوا مسؤولين عن إجاباتهم فسيظلون مهتمين؛ لأن توقعاتهم فعالة، وسيرغبون في معرفة إن كانوا مصيبين أم لا. وهذا بالتالي سيحفزهم على إيجاد الطريقة الصحيحة للحل في المستقبل.

ويمكنك أيضاً أن تسأل أسئلة تخمينية على أن يختار كل طلاب خياراً أعلى أو أقل من خيار زميله السابق له، وبذلك لا يكرر الطلاب إجابات زملائهم، ويستمرون في المتابعة حتى عندما تأتي أدوار غيرهم.

استراتيجية: تدخّل فوراً

من المهم تخفيف التوتر فوراً لدى الطلاب عندما يدلون بإجابة غير صحيحة، خاصة الذين لا يشاركون عادة في الصف، والذين تحاول استمالتهم للإجابة. ويتعين عليك أن تكون مستعداًّ حتى تتمكن من التدخل الفوري. وحين يجيب الطلاب عن السؤال أمام أقرانهم، فإنهم يعرّضون أنفسهم لمواقف محرجة؛ لذا اشكرهم على أي إجابة يتطوعون بها. فقل مثلاً، «لقد أجبت عن سؤال صعب، فمرحى لك». وإن كانت الإجابة غير صحيحة، فحاول أن تعثر على جزء صحيح منها، ومن ثمّ أعد صياغة السؤال كي يتلاءم مع الجزء الصحيح، قبل أن تطرح السؤال الأصلي للصف بطريقة أخرى.

ويمكنك أيضاً أن تقول إن إجابة الطالب قريبة من الإجابة الصحيحة، وتريد منه الاستماع لأفكار طلاب آخرين والتفكير في مراجعة الإجابة، ومن ثم **ستعود إليه**. عُد إلى هذا الطالب بسرعة واسأل سؤالاً آخر، أو سؤالاً سهلاً يستطيع حله، أو السؤال الأصلي إذا شعرت أن هناك وقتاً كافياً لديه، أو أنه قادر على استخلاص الإجابة الصحيحة من اقتراحات زملائه.

ستتعرف على الأرجح من الإجابة غير الصحيحة إن كان الخطأ حسابيًّا (مثلاً، عملية جمع غير صحيحة) أو إجرائيًّا (مثلاً، جمع الطالب في حين كان السؤال عن الطرح). ستدّلك معرفتك بالأساس الرياضي العام للطلاب إن كان يعرف كيفية الجمع والطرح ولكنه أخطأ لأنه لم يعرف أي عملية يستخدم. ويعتمد ما سيحدث لاحقاً على الطالب وأسباب وقوعه في الخطأ. فإذا كان اختيار العملية الصحيحة يُعد مشكلة لدى الطلاب الآخرين، فإن البحث الفوري عن أسباب الأخطاء سيكون أمراً ذا قيمة للجميع.

يمكنك أن ترد على إجابة الطالب بنبرة صوت وتعبير وجه إيجابيين قائلاً: «أنا مسرور لأنك أعطيت هذه الإجابة، فهي تذكّرني أنني لم أقدم شرحاً كافياً، فالكلمات المختلفة هي تلميحات تخبرنا بأن نطرح. وفي السؤال الذي سألته قلت: «**ما الفرق بين** 15 و5؟»، وأنت أجبت 20 لأنك جمعت العددين، وهذه الإجابة أعطت رقماً **مختلفاً** عن 15 و5. دعونا نراجع (أو نضيف إلى) قائمة المفردات التي تدلنا على الطرح». ثم أعط تمارين مشابهة، واطلب إلى الطلاب أن يجيبوا عن ذلك باستخدام سبوراتهم الخاصة أو بوسائل أخرى.

إذا كانت إجابة الطالب تدل على وجود مستوى إتقان منخفض لحقائق حُفظت عن طريق الحفظ عن ظهر قلب (الحفظ الأعمى)، فعندئذ لا توجد قيمة كبيرة في استخدام الأخطاء لأغراض تعليمية. ولتقليل التوتر الناتج عن ارتكاب الأخطاء، أعط الإجابة الصحيحة، واسأل فوراً سؤالاً مختلفاً على أن تكون إجابة الطالب السابقة هي الإجابة الصحيحة. فقل مثلاً: «قلت إن 5 ضرب 7 يساوي 30. والحقيقة أن 5 ضرب 7 يساوي 35، ولكنك مصيب في أن 5 مضروبة في عدد قريب من 7 يساوي 30. هل تعرف ما هذا العدد، أو هل ترغب في أن أسأل زميلاً آخر؟»

إن كان الخطأ خطأً مفاهيميًّا أو إجرائيًّا لموضوع أتقنه الطلاب، فبإمكانك أن تقول: «أحبّ هذه الإجابة؛ لأنها تجيب عن سؤال آخر أخطط في أن أسأله لاحقاً في هذه الوحدة». اكتب إجابة الطالب بطريقتك، ولكن أضف إليها شيئاً ما يجعلها «نقطة انطلاق» لموضوع سيُدرس في الأيام اللاحقة. وقل مثلاً: «قلت إن $\frac{1}{5}$ أكبر من $\frac{1}{3}$، وهذا يناسب موضوع قسمة الكسور. وسأكتب «قسمة الكسور»، وأستخدم مثالك الرائع في درسنا عن قسمة الكسور لاحقاً في هذا الأسبوع».

يمكنك في الأيام القليلة المقبلة، أن تعطي هذا الطالب تمارين وتدريباً إضافيًّا عن المقامات في الكسور لرفع مستواه إلى مستوى سائر أفراد الصف.

حيــن تنتقل إلى موضوع قسمة الكسور الاعتيادية، تذكّر بأن تعود إلى هذه النقطــة بالسؤال الآتي: «هل يمكن أن تعطيك القسمة رقماً أكبر من الرقم الذي بدأت به؟» وهذا يوفر قليلاً من التنافر المعرفي (عدم الانسجام المعرفي) لتعزيز الفضول لمتابعة الدرس. وبعد المناقشة، اعرض على الطلاب الكسور التي كتبتها عندما ارتكب الطالب خطأه السابق.

اكتب واسأل: «ما حاصل قسمة $\frac{1}{5}$ على $\frac{1}{3}$؟»، ثم اكتب الإجابة $\frac{3}{5}$، وضع دائرة حول المقامات، وعُد إلى الطالب، وقل له: «نعرف الآن أن للأرقام الكبيرة معاني أخــرى عندما تكون مقامات في الكسور. وهذا يعـود بنا إلى السؤال الذي سألته سابقاً. دعونا نكتب قائمة بما تعلّمناه عن ذلك السؤال الذي كتبته على السبورة، وهــو: عندما تقسم كسراً على كسر آخــر، فلماذا تحصل على ناتج أكبر من كلا الكسرين؟»

✣ استراتيجية: استخدم التخمين والتوقع لزيادة المشاركة

لمّــا كان لدى الطــلاب الكبار مشاعر سلبية تجــاه الأخطاء، فإن الطريقة الجيــدة لتعزيز المشاركة هو أن تسأل أسئلــة «مقاوِمة للأخطاء»، وهذه الأسئلة هــي فرص لإظهار التمايز بيــن الطلاب، لأنها تتضمن خيــارات للطلاب الذين يعرفون الإجراءات أو الحقائق للاستجابة ضمن مستواهم المتنامي في الاستيعاب المفاهيمــي. ويمكنــك أن تسأل أسئلة مفتوحة عن **كيفية حــل** المسائل (بدلاً من حساب الناتج فعليًّا)، أو أسئلة تتطلب التخمين أو التوقع فقط. وأن عمل الطلاب أيضاً في أزواج أو مجموعات يقلّل من السلبية تجاه الأخطاء.

إن استهلال النقاش بجمل متنوعة، مثل: «كيف يمكن أن نجد ...» هي طريقة جيدة لإشراك الطلاب من خلال نقاط قوتهم، وتسمح لهم أيضاً بالاستماع إلى طــرق عدة، واختيار الطريقة التي يفهمونهــا بصورة أفضل. فعلى سبيل المثال،

اسأل: «إذا أردنا إعطاء كل طلاب يجلس على طاولتك مقداراً متساوياً من الزبيب الذي في الكيس، فكيف يمكن أن نقوم بذلك؟» ارفع كيساً شفافًّا فيه مقدار كبير من الزبيب يصعب عدّه حتى يعرف الطلاب أنهم غير مطالبين بمعرفة إجابة محددة.

إن سؤالـك هذا يركز على المفهوم والعملية؛ لـذا ذكّر الطلاب باستمرار بـأن لا يعطوا أرقاماً محدّدة، لأنك تبحث عن طرق أو وسائل لبدء تخمين موقف مـا. وكما هو الحال فـي معظم نقاشات مادة الرياضيـات، اسأل الطلاب لماذا يعتقدون أن اقتراحهم قد ينجح، ثم اكتب ثلاثة اقتراحات ، واطلب إلى الطلاب أن يخمّنـوا أيهـا سينجح، حيث يمكنهم الانتقال إلى زوايـا الغرفة الصفية التي تمثـل الاقتراحات الثلاثة بالإضافة إلى الزاويـة الرابعة التي لا تمثل «أيًّا منها». ويمكنهم العمل مع داعمين آخرين لهذه الطريقة لإيجاد الأدلة والأمثلة، أو ربط هذه الطريقة التي يدعمونها بعمليات أخرى مشابهة.

التخمين. لا يستغرق الطلاب عادة وقتاً في التخمين أو التحقق من إجاباتهم، وعندمـا يطلب إليهم التخميـن فقد يحلون المسألة أولاً، ومـن ثم يكتبون أقرب عدد يخمّنونه. ويقومون بذلك على الأرجح؛ لأنهم لم يجربوا قيمة «أنا هنا الآن» للتخمين.

شجع التخمينات من خلال تقييمها من جوانب عدة في الرياضيات، وأعط تقديرات جزئية للتخمينات المنطقية على دفاتر الواجبات المنزلية أو الامتحانات القصيـرة. واطلب إلـى الطلاب أن يبدؤوا بحل الواجبـات المنزلية في الصف بالتخميـن فقط. ودعهـم يكتبوا مجموعة من الإجابات مـع إعطاء السبب الذي يجعلها منطقية حتى وإن عرفوا الإجابة دون حسابها. ويمكن مشاركة الصف في هـذه الإجابات حين مراجعة التخمينات قبـل أن يغادر الطلاب المدرسة ليحلوا الواجـب المنزلي وحدهـم. وستصبح لدى الطلاب تخمينـات دقيقة قد وافقتَ

عليها، ثم اطلب إليهم أن يقارنوا بين إجابات الواجب المنزلي ليتأكدوا من أنهم على المسار الصحيح، أو أن عليهم إعادة التفكير في المسألة.

التوقع. القيام بالتوقع، هو كالتخمين، نوع آمن من «السلوك القائم على المجازفة» الذي يمكن أن يحفز استجابة الدوبامين الجالب للمتعة، ويشجع الطلاب الخائفين أو أولئك الذين ينشدون الكمال لنيل الفرص دون حدوث قلق (توتر اللوزة العصبية) من جراء ارتكاب الأخطاء.لذا، أكد على أن التوقعات لا تتطلب بالضرورة أن تكون صحيحة، وأن أذكى الطلاب في الرياضيات قد يدلون بتوقعات غير صحيحة.

هناك مثال يوضح أن الجميع يتوقعون توقعات (وتخمينات) غير صحيحة، لذا أخبر الطلاب بأنك سترمي قطعة نقدية، وأن عليهم كتابة ما يتوقعونه: ما الوجه الذي ستكون عليه القطعة النقدية: الكتابة أو الصورة؟ ثم ارم القطعة النقدية، واطلب إلى الطلاب عدم الإفصاح عن توقعاتهم إن كانوا مخطئين، فسيرون أنه حتى «الطلاب الأذكياء» يخطئون في توقعاتهم.

تساعد التجارب المشابهة الطلاب المتردّدين على الإدراك تدريجيًّا بأن التوقعات غير الصحيحة ليست علامات على الجهل، فيصبحون أكثر ثقة عندما توضح لهم أن التوقعات هي فرص للدماغ كي يجرب أمراً ما، ومن ثم يحصل على النتيجة الحقيقية، ويستخدم هذه المعلومات ليقوم بتوقعات أكثر دقة في المستقبل.

يستمتع الطلاب في الصفوف العليا، خصوصاً المستكشفين، باكتساب مهارات التخمين في مواقف الحياة الحقيقية. وسيستمتع قارئو الخريطة عندما تتاح لهم الفرصة في مشاهدة الخطوات المتسلسلة التي ستقودهم إلى النجاح.

اعرض أكبر قدر ممكن من الخيارات حتى يستطيع الطلاب المشاركة من خلال نقاط قوتهم، حيث يمكن عرض تعليمات مكتوبة أو شفهية في البداية خاصة لقارئي الخريطة. ويمكن أن يكتب المستكشفون الملاحظات حول الخطوات المتبعة في الاستنتاج ليصفوا ما قاموا به. ويمكن للطلاب كافة اختيار الطريقة التي يعرضون فيها اكتشافاتهم النهائية، لتقويمها ومشاركة سائر أفراد الصف فيها.

يمكن أن يساعد استخدام الأحداث الجديدة المفاجئة والمتعارضة في توضيح أهمية التخمينات الدقيقة، الطلاب على تذكّر المفاهيم. وفيما يلي أمثلة على ذلك:

- اسكب ماءً في الكأس حتى يفيض الماء على الأرض. وبعد انتهاء الطلاب من الضحك، اسألهم: ما الخطأ الذي ارتكبته؟ (**إنك لم تخطط، ولم تخمّن أو تتوقع الكمية التي يمكن للكأس أن تسعها لتتوقف عن السكب**).
- احضر إلى الصف متأخراً دقيقة، وأخبر الطلاب بأنك لم تخمّن الوقت الذي سيستغرقك للمجيء إلى الصف ماشياً من المكان الجديد الذي أوقفت فيه سيارتك (أو أي مكان آخر).
- أحضر إلى الصف كيساً فيه 10 قطع حلوى صغيرة غير قابلة للتقسيم، وارفعها عالياً. وقل لهم مبتسماً: إنك ستعطي قطعة واحدة لكل طلاب.إنهم سيلاحظون بالتأكيد أنك لم تحضر ما يكفي من الحلوى، وسيصرّحون بهذا الشعور. يمكنك أن تقول: «حسناً، لم أعدّها؛ فكيف لي أن أعرف؟ ماذا يمكنني أن أفعل لإحضار كمية منطقية أكثر؟» أرشدهم إلى أن يقترحوا لو أنك خمّنت عدد الحلوى تخميناً تقريبيًّا لعدد الطلاب في الصف، ولكن تأكد من إحضار بقية الحلوى في كيس آخر!

✣ استراتيجية: أنشئ مركزاً للتخمين

الكمية. جهّز مكاناً في غرفة الصف تحفظ فيه أوعية لها الحجم نفسه، مملوءة بأشياء ذات حجوم مختلفة. أما بالنسبة لنشاط المركز الممتد، فيمكن للطلاب تدوين تخميناتهم عن عدد الأشياء التي تحتويها هذه الأوعية. شجع الطلاب على تدقيق تخميناتهم ومراجعتها دوريًّا، واطلب إلى متطوعين قراءة بعض تخميناتهم، إذا تطلّب الأمر ذلك. وعندما تكشف عن الرقم الحقيقي، اطلب إلى الطلاب تدوين ملاحظة في دفاترهم إن كانت تخميناتهم أعلى أو أقل (وبكم مرة) من هذا العدد، ولماذا؟ ثم املأ الأوعية بأشياء مختلفة، واطلب إلى الطلاب القيام بالنشاط مرة أخرى، أي القيام بالتخمينات ومراجعتها خلال أيام عدة.

الوزن. لإكساب الطلاب مهارتي الحساب والتخمين، يمكن أن تضع في مركز التخمين ميزاناً وأشياء لقياس وزنها، كأن تكون هذه الأشياء وسائل يدوية للرياضيات لها الحجم والوزن أنفسهما، أو أشياء أخرى، مثل كرات الجولف القديمة. يحمل كل طلاب أولاً ثقلاً وزنه كيلوجرام، ومن ثم يضعه على الميزان ليتأكد من الوزن. ثم يخمّن الطلاب أي الأشياء تزن كيلوجراماً واحداً. ويمكنهم فعل ذلك من خلال وضع الشيء في كيس ويستخدمون أي طريقة يختارونها، مثل حمل الشيء (الثقل) في اليد، أو محاولة تذكّر ثقل الكيلو الذي حملوه، ثم يضعون الكيس على الميزان، ويضيفون الأشياء أو يخرجونها حتى يحصلوا على وزن كيلوجرام واحد. ويتعين على الطلاب أن يحتفظوا بملاحظاتهم، ويكرروا النشاط باستخدام أشياء أخرى. ولتوسيع هذا النشاط، يمكن للطلاب أن يستخدموا أوزاناً تزن كيلوجرامين أو 3 كيلوجرامات، أو يستخدموا أشياء متنوعة، مثل كرات التنس والجولف.

المقارنات. اختر علبتي طعام تزنان 240 جراماً و 480 جراماً على التوالي، واطلب إلى الطلاب حمل كلٍّ منهما، وأخبرهم (أو دعهم يقرؤوا هم ذلك) بوزنيهما.

ثم أعط الطلاب علبة أخفي وزنها، ودعهم يقارنوا وزنها بالعلبتين اللتين تزنان 240 جراما و 480 جراما، ثم يمكنهم أن يخمنوا ما إذا كان وزن الشيء الجديد أقرب إلى 240 جراماً أو 480 جراماً. وقد يرغب الطلاب في تخمين الوزن بدقة أكثـر عندمـا يصبحون أكثر نجاحاً. ثـم اطلب إليهم أن يبـرروا إجاباتهم، كأن تسألهم: لماذا تزن العلبة الجديدة 300 جرام؟ وشجعهم على الإجابة بالطريقة الآتية: «إنها أثقل قليلاً من العلبة التي تزن 240 جراماً»، أو «إنها أخفّ بكثير من العلبة التي تزن 480 جراماً ولكن ليس بخفة العلبة التي تزن 240 جراماً».

ويمكـن أيضاً باستخدام هذا النشاط الذي يشجع على التخمين (الذي قد يكون بكل سهولة نشاطاً فرديًّا)، بناء الإحساس لدى الطلاب بالأعداد من خلال اختبـار العلاقة بين الأعداد والأوزان الحقيقيـة، ومن خلال بناء مفهومي: **أكثر من**، و **أقل من**.

ولمزيد مـن تطوير هذه المفاهيم، أو القيام بتحديـات في مركز الدماغ، يمكنك أن تسأل الطلاب: كم يعتقدون ثمن شيء ما؟ وعلى الرغم من أن الهدف ليس معرفة الأسعار، ولكن لبناء المفهوم الذي مفاده أن الأشياء الكبيرة لا تعني بالضرورة أن وزنها وثمنها كبيران. فإذا توقع الطالب أن سعر علبة حبوب الإفطار دولار واحـد (فـي حيـن أن ثمنها الحقيقـي 3 دولارات)، وقلت لـه: «أكثر»، فقد يقول: دولاران. وقل له «أكثر» مرة أخرى، وسيستمر الطالب في إعطاء الإجابات التي توجهها أنت بـ «أكثر» أو «أقل» حتى يستطيع تخمين المبلغ الحقيقي. استمر فـي إجراء هذا النشـاط مستخدماً علبة صغيرة فيها مـادة ثمينة، كالخرشوف (الأرضي شوكي).

يمكن أن يحتفظ الطلاب الذين ينفذون هذا النشاط الإضافي بملاحظاتهم عن حجم الشـيء وثمنه، وقد يعيدون النشاط باستخدام أشياء يختارونها، بناءً على معرفتهم بثمنها أنه أكثر أو أقل. وعندما يظن الطلاب أنهم يدركون المفهوم

الــذي مفــاده أن الثمن له علاقة بحجــم الشيء وقيمته، يمكنهــم عندئذٍ تدوين اكتشافاتهــم في دفاترهم. لــذا دع الطلاب يعرفوا أن اكتشافهــم للمفهوم أكثر أهمية من حصولهم على الإجابة الصحيحة؛ لأنه المفتاح الذي سيساعدهم على حل كثير من المشكلات في المستقبل.

الحجم. وزّع على الطلاب أكياس تخزين بلاستيكية لها الحجم نفسه، واطلب إليهم ملأها بأشياء يختارونها من بيوتهم (مثل، حبات فاصولياء أو كرات زجاجية، أو حبات ليمون) وبكميات يستطيعون عدّها. ثم يزن كل طلاب كيسه في الصف، وقــد يُخرِج منه بعضــ الأشياء أو يُضيفها إليه حتى تتســاوى أوزان الأكياس، ثم يعدّ كل طلاب عدد الأشياء التي يحتاجون إليها في الكيس كي تساوي هذا الوزن الثابت، ولنفرض أنه كيلوجرام واحد. ثم اطلب إليهم إضافة البيانات التي جمعوها (وتعليــق أكياسهم) إلى لوحة الصف، وغطِّ الأرقام بــالأوراق اللاصقة، واطلب إلى الطلاب أن يلعبوا لعبة يخمّنوا فيها عدد الأشياء التي تزن كيلوجراماً واحداً. وقد تصبح هذه اللعبة فيما بعد نشاطاً مستقلاً خلال وقت التمرين في المركز؛ لــذا يبني الطلاب مفهوماً مهمًّا لديهــم ويوسّعونه، وهو أنه لا توجد دائماً علاقة مباشرة بين الحجم والوزن من جهة والكمية من جهة أخرى.

وحتــى تلائم هذا النشاط للمستويات العليا مــن التحدي القابل للتحقيق، اطلب إلى الطلاب أن يعملوا في مجموعات ثنائية أو مجموعات صغيرة، وأعطهم ميزانــاً وأشياء متنوعة ليضعوها في الأكياس. تتضمن الخيارات توقع (تخمين) كم عدد الأشياء التي تساوي وزناً معطًى (معلوماً)، وكم عدد الأشياء التي يتعين إخراجهــا أو إضافتها بعد قياس وزن كل كيس، كي يكون وزنه أقرب ما يكون إلى الوزن المعطى.

يمكن توسيع هذا النشاط عندما يبني الطلاب المفهوم الأولي للمضاعفات، وقد يتوقعون توقعات جديدة ليصلوا إلى وزن جديد، مثل كيلوجرامين أو ثلاثة أو

أربعة أو خمسة. ثم وسّع النشاط أكثر، واطلب إلى الطلاب تخمين وزن كل شيء من الأشياء بمفردها. ويمكن إجراء هذا النشاط قبل أن يدرس الطلاب الكسور بصــورة رسمية، ولكن يمكنهم أن يعبروا بكلماتهم الخاصة عن تخميناتهم حين يرون، مثلاً، أن أربعة أشياء تزن كيلوجراماً واحداً.

استراتيجية: خمّن الوزن باستخدام أشياء مألوفة

هذا نشاط جيد من أنشطة «أنا هنا الآن». نحن نعرف أن حقائب الطلاب تزداد ثقلاً مع الوقت. ولدى الطلاب معرفة مسبقة، من خلال حواسهم المختلفة، أن حقائبهــم وحقائب زملائهم تتغير مع تقــدم أعمارهم، وذلك عندما يناولون زملاءهم حقائبهم للوصول إليهــا، أو يناولون هذه الحقائب لأصحابها، وكذلك عندمــا يحملون حقائبهم سواء أكانت خفيفة أو ثقيلــة. والحقيبة المدرسية هي شــيء ليس له علاقة باللغة والثقافة في كل صــف مدرسي. وبالتالي، فإن نشاط التخمين هذا يوفر الراحة للطلاب لأنه مألوف لديهم، بالإضافة إلى وجود الاهتمام الشخصي لأنه يتعلق بالطلاب أنفسهم وبزملائهم في الصف.

اختر حقائب عدد من الطلاب المتطوعين الذين يعتقدون أن حقائبهم إما خفيفــة أو متوسطــة أو ثقيلة. واطلب إلى الطــلاب أن يزنوا حقائبهم باستخدام الميزان، ويقرؤوا الرقم الذي يشير إليه (بمساعدتك إذا تطلب الأمر ذلك)، ثم يكتبــوا الوزن على السبــورة تحت فئة من الفئات الثــلاث الآتية: **ثقيل، متوسط، خفيف**. وبعــد أن ينتهي الجميع من وزن الحقائب والإعــلان عن الوزن وتسجيله (وهذه مدخلات سمعية وبصرية على حدٍّ سواء)، مرّر الحقائب على الجميع حتى يجرّب كل طلاب حمل الحقيبة التي تزن س من الكيلوجرامات، ويستخدم حاسة اللمس ليشعر بثقلها.

بعـد تجربـة الأمثلة الثلاثة الأولى (حقيبة مـن كل فئة)، اطلب إلى طلاب متطـوع أن يتوقع إن كانت حقيبته ثقيلـة أو متوسطة أو خفيفة، ثم تُمرّر الحقيبة على الجميع، ويكتب كل طلاب تخميناً لوزنها سرًّا قبل أن يزنها صاحبها، ويلصق وزن الحقيبة على القائمة. ويمكنك كتابة وزن كل حقيبة باستخدام ورقة لاصقة. وبعـد ذلك، يمكن للطلاب العودة إلى الحقائب وحملها؛ لتعزيز إحساسهم بثقل الحقائب التي تزن 3 أو 5 أو 7 كيلوجرامات. وهذه الخطوة مهمة على نحوٍ خاص عندما يخمّن الطلاب تخمينات غير صحيحة بصورة متكررة.

يتعيـن الحفاظ على سريـة تخمينات الطلاب؛ لزيـادة مشاركتهم وتقليل خوفهـم من ارتـكاب الأخطاء، إذ إن الهـدف هو أن يحسـن كل طلاب مهارات التوقع لديه في مستوى التحدي القابل للتحقيق المناسب له. وعليه، فإن الاحتفاظ بتدوينـات الطلاب سرية يعـزز الفكرة بأن الطلاب يعملـون لتحسين مهاراتهم ليكونوا أفضل من زملائهم.

وبعـد أن ينتهي الطلاب مـن وزن الحقائب جميعها وتوقّـع أوزانها، فإنهم يعدّون جداول أو رسوماً لمقارنة الأوزان الحقيقية بتوقعاتهم لها بالترتيب نفسه الذي وُزنت فيه حقائبهم. ويوفر هذا النشاط خيارات عدة للطلاب في مستويات إتقان مختلفة؛ فالطلاب ذوو المستوى المتدني يزوّدهم بجداول مناسبة للمقارنة، في حين يمكن للطلاب ذوي المستويات العليا اختيار شكل الجدول الذي يريدونه. ويتعيـن أن يتوافر في الجداول فراغـات كي يكتب فيها الطلاب وزن كل حقيبة، وفراغات بجانب الرقم الذي يمثل الوزن الحقيقي كي يكتبوا فيه توقعاتهم. وعندما يمثّل الطلاب بياناتهم على رسم بياني عمودي، يتعين عليهم مشاهدة أن أطوال الأعمدة تكون قريبة بعضها من بعض كلما زاد عدد الحقائب التي يزنونها.

ويمكن للطلاب المتفوقين استخدام عملية الطرح لإيجاد الفرق بين توقعاتهم والأوزان الحقيقيـة، ومن ثم تمثيل هذه الأرقام على رسم بياني خطّي (للحقائب

جميعها) بكتابة رقم الحقيبة على المحور السيني، والفرق بين تخميناتهم والوزن الحقيقي على المحور الصادي، حيث يوضح المنحنى أنماط الدقة.

وعندما يقوّم الطلاب رسومهم البيانية المختلفة، يمكنهم أن يناقشوا الأنماط الناتجة، وكيف مُثّلت في الرسوم البيانية المختلفة. لماذا تصبح ارتفاعات الأعمدة على الرسم البياني العمودي قريبة بعضها من بعض كلما أضفنا مزيداً من التوقعات؟ ولماذا يتجه الخط على الرسم البياني الخطّي إلى أسفل كلما أضفنا مزيداً من التوقعات؟ يمكن للطلاب متابعة النشاط، ومناقشة ما الذي يتوقعونه عند إضافة ثلاثة تخمينات على رسومهم، وأن يبينوا كيف استفادوا من النمط في توقع هذه النتائج.

أما بالنسبة لتمرين الواجب المنزلي، فيمكن للطلاب أن يختاروا أشياء من البيت يمكنهم حملها ووضعها على الميزان، ثم يعيدوا تجربة وزن الحقائب باستخدام 5 إلى 10 أشياء، ويمثلوا توقعاتهم والأوزان الحقيقية على الرسوم البيانية، ويصفوا ما يلاحظونه عن دقة توقعاتهم لأنهم اكتسبوا الخبرة بذلك. (ملاحظة: تأكد من وجود ميزان في منزل كل طلاب قبل تعيين هذا الواجب المنزلي).

أتاح هذا النشاط فرصة للطلاب بأن يحظوا بتجربة إيجابية وممتعة تولد لديهم الثقة في قدراتهم على التخمين؛ لذا ستزداد رغبتهم مستقبلاً في استخدام التخمين في دروس الرياضيات وأنشطتها، وسيكونون أكثر راحة في المشاركة في الصف؛ لأنهم سيرون أن تخميناتهم «صحيحة» عندما تكون ضمن نطاق معين من الإجابات (فليس شرطاً أن تكون رقماً صحيحاً بعينه)، ممّا يولد لديهم شعوراً بأن التخمين وسيلة آمنة للمشاركة. وبالإضافة إلى زيادة الراحة في المشاركة من خلال إدراك أن الجميع يرتكبون الأخطاء (أي أن تخميناتهم ليست صحيحة دائماً)، سيرى الطلاب أنهم كلما تمرنوا أكثر تحسّنت مهاراتهم في التخمين.

والهدف الآخر، هو أن يدرك الطلاب قيمة التخمين لأنه يساعدهم على اختبار فيما إذا كانت إجاباتهم منطقية أم لا. إن لحظة « آهاً!» يمكن أن تشجع على استخدام التخمين في كثير من الواجبات المنزلية والامتحانات في مبحث الرياضيات.

استراتيجية: تخمين محيط الدائرة

اختر مجموعة من الأشياء دائرية الشكل في الصف لتخمين محيطها ووضعها في ترتيب عشوائي،حيث سيرتب الطلاب فرديًّا أو في مجموعات صغيرة الأشياء حسب كبر محيطها من الأصغر إلى الأكبر بناءً على توقعاتهم. ومن ثم يختارون شيئاً (دائري الشكل) صغيراً ومتوسطاً وكبيراً، ويستخدمون خيطاً أو يرسمون خطًّا من نقطة المركز لتحديد المحيط. إذ يستطيع الطلاب من خلال هذه الملاحظات أن يخمّنوا، ومن ثم يقيسوا بقية الأشياء، مقتفين بذلك تخميناتهم والقيم الحقيقية؛ لذا، ذكّرهم بتسجيل البيانات بالترتيب نفسه الذي يخمّنون فيه القياسات حتى يتمكنوا من رؤية نمط دقة تخميناتهم.

ويمكن للطلاب أيضاً على نحو ما ورد في الأنشطة السابقة، أن يستخدموا الطريقة التي يفضلونها في مقارنة تخميناتهم بقياسات المحيط الحقيقية، ثم يرسموا رسماً بيانيًّا خطيًّا أو بالأعمدة لإيجاد نمط ما. وعندما تجد أن الطلاب بدؤوا يتحسنون، اقترح على المتفوقين منهم أن يستخدموا الطريقة الأكثر تحديًّا، وهي أن يرسموا رسماً بيانيًّا أو جدولاً بعد جمع بيانات لنصف الأشياء فقط. ومن ثم يفكر كل طلاب في كيفية استخدام البيانات التي جمعها في تخمين قياسات النصف الباقي من الأشياء تخميناً ناجحاً. واقترح على الطلاب أن يسألوا أنفسهم الأسئلة الآتية:

- هل تخميناتي مبالغ فيها، أم أنها أقل من القيمة الحقيقية؟
- كيف يمكنني تعديل تخميناتي التالية لتصبح أكثر دقة؟

- كيف اختلف النصف الثاني من الرسم البياني أو الجدول عن النصف الأول؟
- هل يمكنني استخدام الطريقة نفسها وتطبيقها على بقية الأشياء في الصف للحصول على تخمينات إضافية؟

يمكن استخدام هذا النشاط في تخمين محيط المربعات والمستطيلات وحتى الأشكال التي لها أكثر من أربعة أضلاع. وبدلاً من ذلك، يمكن للطلاب أن يتطوروا في مستوى التخمين لتخمين المساحات أيضاً، وذلك للحفاظ على إشراك الطلاب في تحديات ملائمة لهم. وسوف ترى النجاح في أنشطة التخمين هذه، فكلما أظهر الطلاب ثقة أكبر في المجازفة والمشاركة في مناقشات التحدي على نحو متزايد زادت مستويات راحتهم وتحصيلهم. وسيساعد تشجيعك الطلاب والتغذية الراجعة التكوينية لهم على الشعور بالدعم والأمان والطمأنينة وإشراكهم في العمل، وسيدركون أن التغذية الراجعة التي قمت بها تعد أداة قيمة، وليست نقداً، وسيقدّرون أهمية استخدام المعلومات حول أخطائهم لتحسين تخميناتهم (إجاباتهم) في المستقبل.

سيجد الطلاب أن الأخطاء هي أدوات تعلم بصورة متزايدة، وهذا سيساعدهم على اتخاذ موقف أكثر ثقة وإيجابية تجاه الرياضيات والحياة. فالمجازفة (التخمين) وتحليل الأخطاء (نتائج الرسوم البيانية) والمثابرة في استخدام تحليل الأخطاء لمراجعة التخمينات، ستكافئ الطلاب في اكتساب مهارات عليا وتحقيق النجاح.

❖ استراتيجية: الحدّ من الأخطار من خلال العمل في مجموعات صغيرة

حتى تحافظ على مشاركة الطلاب جميعهم في حل المسائل، فقد ترغب في الطلب إلى مجموعة طلاب عرض إجابتهم قبل إخبارهم بالإجابة الصحيحة

إذا كان ذلـك ممكنـاً. ادعُ الطلاب الذين لا يتطوعون عـادة للمشاركة؛ حيث إن العمل مع الأقران أو في المجموعات الصغيرة، يقدم دعماً قيّماً لهم لبناء ثقتهم بأنفسهم ويتسنى لهم جميعاً المشاركة الفعالة، للتخفيف من التوتر. وعليه، تكون المشاركـة التطوعية مريحة أكثر عند العمل مع الأقران لاكتساب الثقة حول دقة الإجابات التي يقدمونها.

نمذج عمل الأقران (المجموعات الثنائية) قبل أن تطلب إلى الطلاب العمل معـاً، من خلال قيامك بالدورين بنفسك أولاً، ثم مع تلميذين آخرين تدرّبا على ذلـك، أو بعرض تعاون الأقران مع طـلاب آخر قد تدرّب مسبقاً. وهذه النمذجة ستظهر للطلاب أن طبيعة العمل في مجموعات ثنائية يهدف إلى حل المشكلات بصـورة مستقلـة، ومن ثم توضيـح كل طلاب في المجموعـة إجابته لزميله من أجـل التحقق من صحتهـا، أو الحصول على تغذية راجعـة تصحيحية (منك أو مـن زميله). ويتعيـن على الطلاب أن يفهمـوا أن هذه الطريقـة ليس المقصود منها العمـل مع الزملاء للوصول إلى الحل معاً. وعندما يكون لكل طلاب إجابته الخاصـة فعندئذٍ يمكنهم المقارنة بين إجاباتهـم. فإذا كانت إجاباتهم متماثلة حتى لو كانت غير صحيحة، فإنه سينتاب الطالب شعور بالأمان لمعرفة أنه ليس وحده الذي ارتكب خطأً.

وإذا اختلف الطلاب في المجموعـات الصغيرة أو الأقران حول إجاباتهم المستقلـة، فـإن كل فرد منهم يُتاح له توضيح فكرتـه، متبعين قاعدة عدم جواز مقاطعـة أي شخص كلام زميله حتى ينتهي من حديثه. وفي النهاية، يمكن لهذا التمرين أن يرتقي إلى مستوى أعلى من تعليم الأقران، على ألا يخبر الطالب زميله ولا يظهر له طريقته في الوصول إلى الحل، ويسأله بدلاً من ذلك أسئلة تقوده إلى الحـل الصحيح. والإعداد لعمل الأقران قبل وقت المناقشة الجماعية، يزيد من الراحة والمجازفة والتعلم الفعّال من الأخطاء.

لتوسعة النشاط، اطلب إلى الطلاب أن يعملوا في مجموعات ثنائية لمراجعة الواجبات المنزلية أو الأعمال الصفية قبل أن تطلب إلى أفراد الصف جميعاً المشاركة، أو استخدم مراجعات الأقران بوصفها مراجعة اختبارية؛ إذ تتيح المقارنة في المجموعات الثنائية فرصة أخرى لزيادة التواصل اللفظي والثقة فيما يتعلق بالرياضيات عندما يقارن الطلاب في المجموعات الثنائية إجاباتهم بمشاركة عادلة، وكذلك عندما يحاولون إقناع بعضهم بعضاً لماذا تُعدّ إجاباتهم صحيحة من وجهة نظرهم.

يعمل الطلاب بصورة أفضل عندما يعملون في المستوى نفسه من التحدي القابل للتحقيق، والذي يقلّل من احتمالية إخبار أحد الطلاب زميله بالإجابة بدلاً من الاستماع له، وإرشاده للوصول إلى الإجابة الصحيحة. ولمّا كان اختيار الزميل يرفع من مستويات الدوبامين ويقلّل من التوتر، فإنه عليك أن تسمح للطلاب في بعض الأحيان باختيار زملائهم. وحتى يستطيع الطلاب الذين يعملون في مجموعات ثنائية ذات مستويات مختلفة من التحدي القابل للتحقيق العمل معاً؛ من المفيد تعريفهم بمفهوم المسؤولية، أيّ أن كلا الطالبين مسؤول عن توضيح كيفية حل المسألة، ويعرفان أنه يمكن أن يطلب إلى أحدهما حلها. إذا كان العمل في المجموعات الثنائية لإعدادهم للامتحان، وحقّق الطالب **المتعلم** دقة عالية بصورة ملحوظة في نوع المسائل التي روجعت في ذلك اليوم، فإن كلا الطالبين («المتعلم» و«المرشد») يحصل على نقاط إضافية، مما يبين الأهمية الحقيقية للعمل الناجح في المجموعات الثنائية، ويشجع الطلاب على حمل المهمة محمل الجدّ.

استراتيجية: البحث عن طرق متعددة

تعزّز المسائل التي تُحل بطرق متعددة المجازفة والمشاركة، وتزيد من اختيارات مستويات التحدي القابل للتحقيق، وتظهر الرياضيات على أنها عملية

إبداعيــة. للتحقق من أن الطلاب قد اختبــروا الأداة القيمة للنظر في الخيارات المتعــددة، واستخدام التفكير المنطقي في اختيــار الطريقة الفضلى (بالنسبة لنقــاط قــوة تعلمهم أو نــوع المسألة)؛ وضّح لهم أنك لا تريــد منهم الإجابة عن المسألة بل طرق حلها، والأسباب التي جعلتهم يعتقدون أن طريقة ما هي الأفضل.

والخطــوة الأولــى هــي استخــدام الكتابة أو من خــلال الأمثلــة، لبيان أن هنــاك على الأقــل، طريقتين للوصول إلــى الحل. وقد يكون لــدى الطلاب، بناءً علــى مستوى التحدي القابل للتحقيق، وقت أو إدراك لطريقة واحدة فقط. ولكن هــذه الاستراتيجية (الطريقة) ستبقى تعمــل لصالحهم لأنهم – في حين يكتب طلاب آخرون عن طريقتين على الأقل– لن يشعروا بالاستعجال. ثم أخبر هؤلاء الطــلاب مسبقاً وعلى انفراد بأنهم لن يكونوا تحــت الضغط هذه المرة ليجدوا حلولاً عدة؛ لأن هدفهم الحالي هو إتقان المفهوم أو العملية التي وضعتها لهم في خطة الأهداف الموسّعة.

وأخبر طلاب الصف قائلاً لهم: «لا أريد منكم هذه المرة أن تخبروني عن الإجابــة الصحيحة، بل أخبروني فقط ما الذي يمكــن أن تفعلوه لحل المسألة». وبعد أن يوضح الطلاب الطرق التي استخدموها، اطلب إليهم إيجاد طرق أخرى دون أن تخبرهــم أيها صحيح. واطلب إلى الطلاب حتى تحافظ على مشاركتهم جميعــاً، أن يناقشوا الطرق التــي فهموها أو اتفقوا عليهــا، وعند اختبار الطرق المختلفــة للوصول إلى الدقة، يمكن أن يستمر الحــوار بأن يتحدث الطلاب عن سبب اعتقادهم أن طريقة ما أفضل من الأخرى.

فعلى سبيل المثال، إذا كانت المسألة هي إيجاد جواب لحاصل 6×8، يمكن أن يقتــرح الطلاب ثلاثة خيــارات، هي: حفظ جدول ضرب العــدد 6، أو معرفة أن حاصــل $8 \times 5 = 40$ وإضافــة 8 ليصبح الجواب 48، أو إضافة عمود من ست ثمانيات. وعند إتاحة الفرصة للطلاب أن يختاروا بأنفسهم طريقة من طرق عدة

أجمعوا على صحتها، ودعمت اختيارهم هذا، فإن ذلك سيزيد من مستوى راحتهم. وتبني هـذه الطريقة أيضاً لـدى الطلاب المنطق الرياضـي والحدس ومهارات التفكير المتضمنة في مواد دراسية أخرى، وحل مشكلات الحياة في الواقع.

وهناك مثال آخر، وهو سؤال الطلاب أيّ كسر أكبر: $\frac{2}{5}$ أم $\frac{3}{7}$؟ شجع الطلاب علـى رسم رسوم بيانية، أو استخـدام أي أداة من الأدوات الرياضية في الصف (مثلاً، الوسائل اليدوية، المساطر، ورق الرسم البياني). ومن المحتمل أن تتطابق إجابات الطلاب مع نقاط قوة تعلمهم. فقد يستخدم المستكشفون ثلاث وسائل يمثّل كـلّ منـها $\frac{1}{7}$ من المجموع نفسه، ومقارنة الحجم بقطعتين تمثّلان $\frac{1}{5}$. وأما قارئو الخريطـة فقد يرسمون دائرتين أو مستطيلـين متماثلين في الحجم على ورق الرسـم البياني، وتقسيـم إحداهما إلى خمسة أجـزاء والأخرى إلى سبعة، وتلويـن جزأين من الأولـى وثلاثة من الأخرى، ومن ثم مقارنـة الأجزاء الملونة بعضها ببعض.

قـد يجد الطلاب الذين أتقنوا مستوى مفاهيميًّا عالياً بالكسور الاعتيادية المتكافئة أن مقاماتها متشابهة. والطلاب الآخرون الذين يفهمون أن الكسور تمثّل القسمة، قد يقسمون البسط على المقام في كلا الكسرين ليعرفوا أي الحاصلين أكبر. وتتضمن الخيارات الأخرى رسم خطّي أعداد حتى يستطيع الطلاب تقسيم خـط الأعداد بالتساوي وبدقة إلى سبعة أجـزاء، والآخر إلى خمسة أجزاء. وقد يحسـب الطلاب الذين يشعرون بالراحة فـي التخمين أي الكسرين الاعتياديين أقرب إلى واحد صحيح.

سيـدرك الطـلاب، عند وجـود خيـارات كثيـرة ومسألة لا تتطلـب إجابة بعينها، أنهم إن لم يستطيعوا تذكّر قاعدة معينة، فعندئذٍ يمكنهم ابتكار طريقة واستخدامها في المقارنة. وأن هذه الطريقة أيضاً تعزّز لدى الطلاب أهمية معرفة المفاهيم المساندة كي لا يتعثروا عندما لا يتذكرون الخوارزمية—وهي إجراءات

حفظها الطلاب ويمكنهم استرجاعها وليس بالضرورة فهمها. والرسالة المهمة المتعلقة بالمسائل التي تُحل بطرق متعددة هي أن المشاركة ليست محصورة فقط في الطلاب الأسرع حلًّا أو الذين يكونون دائماً على صواب، لأنك تؤكد على أهمية وجــود طرق مختلفة للتعامل مع المسألة وليس المسألة التي لها حل واحد فقط. فإذا ابتكر الطالب طريقة صحيحة للوصول إلى الحل، وارتكب خطأ حسابيًّا فيها، فإنه ينبغي أن يكون محل التقدير لدقة تفكيره. ويمكنك استخدام هذه الطريقة وتوضيح كيف أنها طريقة ناجحة إن صُحّحت عملية الجمع أو الطرح، وإثبات ذلك مــن خلال استخدامها في حل مسألــة مشابهة بأرقام مختلفة. وسيشعر الطالب الذي اقترح هذه الطريقة بمكافأة الدوبامين على طريقته الصحيحة؛ لأنه أدرك أنها تنتج الكثير من الإجابات الصحيحة. ولقد اكتشف الطالب مفهوماً أو فكرة إبداعية تخصّه، واكتشف أيضاً أداة مفيدة.

استراتيجية: استخدم المسائل التي لها إجابات صحيحة عدة

المسائــل التي لها إجابات صحيحة عدة هــي مسائل ممتعة للطلاب سواء عملــوا على هــذه المسائل منفرديــن أو في مجموعات ثنائيــة، أو في مجموعات صغيرة؛ حيث يستطيعون توضيح حلولهم المختلفة لزملائهم. وتقلّل هذه الطريقة مــن الشعور بالسلبية تجاه ارتــكاب الأخطاء؛ لأن الطلاب يعلمــون أن بإمكانهم استخدام نقاط قوة تعلمهم، والاستراتيجيات التي يستطيعون تذكّرها، والحقائق التي حفظوها عن ظهر قلب، ومن ثم يتأكدون من صحتها بمساعدة أحد زملائهم قبــل أن يشتركــوا فيها مع بقية أفراد الصــف أو المجموعة. وتتيح هذه المسائل أيضــاً التحدي القابل للتحقيــق؛ لأن الطلاب الذين يعثــرون على طريقة واحدة يُطلــب إليهم الاستمرار في العثــور على أكثر ما يستطيعــون. لذا يشعر الطلاب الذين يحتاجون إلى مزيد من الوقت بالراحة؛ لأنهم يعلمون أنهم لن يكونوا آخر من ينتهي من العمل.

فعلى سبيل المثال، تشجع لعبة تسمى «هذه ليست ...» الحلول المتعددة، حيث تُمارس في بيئة مريحة تشجع على الإبداع. إذ يمرّر الطلاب شيئاً ما–مثل لعبة هاتف– ويقولون: «هذه ليست ...». فيسمّي الطلاب الصغار هذا الشيء بأنه ليس لعبة هاتف (مثلاً، «هذا ليس قلماً»). أما الطلاب الكبار فيكمّلون بقولهم: «هذه ليست لعبة هاتف، إنه ...»، ومن ثم يعبّرون بالإشارة عن الشيء الذي يدّعونه بأنه لعبة هاتف، وربما يكون فأرة الحاسوب أو مجفّف الشعر. ويمكن للطلاب أخيراً تسمية الشيء الذي يخمّنونه. وتساعد الألعاب المشابهة لهذه اللعبة الطلاب على الشعور بالراحة، مع وجود نوع من الغموض، واكتساب الثقة في التحدث حين يكون ذلك مناسباً.

إن أهم نشاط تعلمي في الرياضيات أو أي مادة أخرى هو المشاركة؛ لأنها بطبيعتها تجعل المرء منفتحاً على ارتكاب الأخطاء، غير أن الدماغ يتعلم عبر إعادة بناء الشبكات العصبية التي تقوم بالتخمينات غير الصحيحة. وإن ممارسة هذه اللعبة تسمح للطلاب بالمشاركة دون خوف من ارتكاب الأخطاء، الذي يبني بدوره تدريجيًّا الثقة للمشاركة حتى لو كانت الإجابة غير صحيحة.

✣ استراتيجية: التعلم من الأخطاء

من أكثر الطرق فعالية لتخفيف الشعور بالخوف لدى الطلاب من ارتكاب الأخطاء هي نمذجة الطريقة التي تعلّمتَ بها أنت من أخطائك. وعندئذ يمكنك توضيح كيف يمكن أن يتعلم الطلاب من الأخطاء التي ترتكبها عن قصد، وعندما يكون الطلاب مستعدين للتفكير في، وليس الرد على، السلبية تجاه الأخطاء، ويمكنك إرشادهم ليتعلموا من أخطائهم الخاصة.

تهدف الاستراتيجيات هنا إلى تخفيف ردّ الفعل العاطفي المبالغ فيه الذي يتملّك الدماغ بخصوص السلبية تجاه الأخطاء، ومساعدة الطلاب على

استرجاع الذكريات المحفّـزة إلى المثابرة، ودمج المثابرة من خلال الأخطاء، وإكساب الطلاب القدرة على تحمل ارتكاب الأخطاء، وتقليل الأخطاء التي تُرتكب بسبب القلق الزائد، وتشجيع الطلاب على السعي للوصول إلى التحديات القابلة للتحقيق. وتساعد هذه الاستراتيجيات والنمذجة التي عملتها، الطلاب على فهم قيمة الأخطاء.

ابدأ النقاش بعبـارة أو سؤال مثل، «هل يفضّل لاعب الجيتار عمل الألحان بالأوتـار فقط عندما يتقن العزف على مجموعـة منها؟»، ومن ثم شجع النقاش حول الذكريات الشخصية المتعلقة بالأخطاء التي أدّت إلى النجاح والمتعة: «هل يمكـن أن تصـف موقفاً استمـررت المحاولة فيه على الرغم مـن أنك أحسست بالاستسلام؟» «كيف تعلمت لعب كرة القدم بهذه الطريقة الجيدة؟»، «هل ما زلت تستمتـع بمسارات التزلج على الجليد المخصصـة للمبتدئين مع أنك محترف، أو هل تبدو لك مملّة؟»

سيذكّـر هذا النقاش طلابك فـور اكتسابهم مهارات في لعب الرياضة، أو العـزف على آلة موسيقيـة، أو اللعب بألعاب الفيديو، بأنهـم يشعرون بالملل من بقائهم في المستوى نفسه، **ولكنهم ارتكبوا الأخطاء عندما قبلوا التحدي للارتقاء إلى مستويات أعلى**. وقلّ ارتكابهم للأخطاء تدريجيًّا، واستمتعوا بممارسة الأمور بمهارة أفضل من خلال بذل الجهد والقيام بالتمرينات. وعندما يربط الطلاب هـذا بالتحديات في مبحـث الرياضيات، فإنهم سيفهمـون أن الأخطاء هي أمر طبيعـي في تحسين المهـارة في الرياضيات، كما هو الحال في إتقان لعبة فيديو جديدة، أو مهارة الرياضية البدنية.

ستقّل من خوف طلابك من ارتكاب الأخطاء عندما تساعدهم على استيعاب أنهم عندما يشعرون بالإحباط أو الحرج من الأخطاء، **فإن أدمغتهم تعمل جيدًا، وتعيـد بنـاء المسـارات العصبية مما يزيد مـن ذكاء الدماغ مستقـبلًا في الإجابة**

عن الأسئلة. فمثلاً، إذا حُدّد خطأ في الواجب المنزلي، أو في أثناء المشاركة في الحصة، فقد يصاب الطالب بالإحباط، ولكن دون هذه الاستجابة لن يتحفز الدماغ لإعادة برمجة مسار المعلومات غير الصحيحة، مما يجعل الطالب يرتكب الخطأ نفسه مرة أخرى.

وعلى الرغم من أن ارتكاب الأخطاء أمام الآخرين أمر يبعث على التوتر عند معظم الطلاب، إلا أن بناء الفهم الصحيح يتحقق من خلال إدراك الأخطاء بالقدر نفسه من إعادة تكرار حفظ الإجراءات عن ظهر قلب. إن أكثر بيئة صديقة للدماغ هي تلك التي تشجع على المشاركة، وتُصحح الافتراض بأن ارتكاب الأخطاء يعني أنك لست ذكيًّا. ويمكن دمج العقلية الواسعة الإيجابية في ثقافة الصف باستخدام الاستراتيجيات المذكورة في هذا الفصل، من أجل زيادة المشاركة وتقليل الشعور بالقلق تجاه ارتكاب الأخطاء، وبناء ثقة الطلاب في قوة الدماغ العظيمة ليصبحوا أكثر ذكاءً بسبب الأخطاء.

الفصل الخامس

هل يمكنك تغيير مستوى ذكائك؟

نعم تستطيع!

«كل امرئ قادر، إن أراد، على «تنمية» عقله كيفما شاء».

د. سانتياغو رامون كاجال

عندما التحقتُ بكلية الطب وأصبحت طبيبة أعصاب، لم أكن أعلم أنني سأصبح معلمة فيما بعد، وأكتب عن استراتيجيات التدريس المستندة إلى أبحاث الدماغ. وفي النهاية، أصبحت العلاقة بين هاتين المهنتين واضحة، ولكني أدركت بعد سنوات عدة أن طلابي سيستفيدون من فهمهم «كيف تتعلم أدمغتهم»، وأنه يمكن استخدام هذه المعرفة لتمكينهم ذاتيًّا.

لقد أتى طلابك إلى الصف مفترضين على الأرجح، أن تعلم الرياضيات بسرعة هو علامة على الذكاء الطبيعي وغير القابل للتغير، وأنه ليس بإمكانهم تغيير قدرات أدمغتهم الموروثة. وقد يكون لهذا الافتراض آثار بعيدة المدى؛ فالطلاب الذين يعتقدون أن تعلم الرياضيات له علاقة قوية بالقدرات الفطرية يكونون أقل إصراراً عند قيامهم بالمهام المعقدة، مقارنة بأقرانهم الذين يعتقدون أن بذل الجهد أمر مهم للغاية (وزارة التعليم الأمريكية، 2008).

فالأطفال، مثل كثير من الكبار، يعتقدون خطأً أن الذكاء محدّد بالجينات، وأن بذل الجهد لن يغير كثيراً في قدراتهم العقلية كي ينجحوا أكاديميًّا، خاصة عندما يعتقد الطلاب أنهم «ليسوا أذكياء» ولا شيء يمكن أن يتغير، فإن إدراكهم بأنهم قادرون فعلاً على تغيير عقولهم من خلال استراتيجيات المذاكرة والمراجعة

يشعرهم بالتمكين (بالقدرة على التغيير). وأنا أرى هذا الإحساس نفسه بالتمكين ينمو عند مرضى الأعصاب الذين فقدوا وظائفهم الجسدية نتيجة لصدمات أو أمراض في الدماغ. ومن خلال التمرّن – بدءاً بتصور حركة الطرف المشلول، أو من خلال تخيل أنفسهم يتحدثون–يستطيع المرضى استعادة هذه الوظائف؛ إذ تسمح مرونة الدماغ العصبية بإنشاء شبكات عصبية جديدة على أن تتولى المناطق السليمة في الدماغ أداء الوظائف التي كانت تؤديها سابقاً المناطق التي تضررت.

دراسة الدماغ

تتولد الدافعية لدى الطلاب فينشطون حين يدرسون المرونة العصبية، ويشاهدون أدلة على تغييرات الدماغ من خلال صور المسح الدماغي، ويرون، من خلال القيام بتمرينات كثيرة، نتائج أعمالهم عندما تكون **الخلايا العصبية التي تنشط معًا ترتبط معًا**. ويتعلمون أيضاً بسرعة أن تحفيز دائرة عصبيةٍ ما حاملة للمعلومات يجعلها أقوى من ذي قبل.

✣ استراتيجية: علّم دروساً من توجيهات دماغك

يعتقد الطلاب في مجال التعليم الرسمي الذي يربط نتائج الامتحانات، وليس التحسن في المستوى، بموارد المدرسة المالية، أن الإجابات الصحيحة أكثر أهمية من الأسئلة أو من الفهم. وعليه، يفقد الأطفال فضولهم الطبيعي وحماسهم. وفي النهاية، يتنامى الشعور لدى بعضهم بالملل وعدم الجدوى ويستطيلون أوقاتهم في المدرسة، ويكرهون الواجبات المنزلية.

درّس الطلاب دروساً من توجيهات دماغك (انظر الملحق ب) تزدد ثقتهم بأنهم قادرون على تغيير قدراتهم وذكائهم في الرياضيات بصورة شاملة؛ حيث تؤدي زيادة فهمنا طريقة تعلّم الدماغ إلى زيادة مستوى التحكم في كيفية تعلّمهم الذاتي وزيادة الدافعية.

توفـر توجيهات دماغك معلومـات للتربويين يمكنهـم استخدامها ليبيّنوا لطلابهم كيف تتعلم أدمغتهم، وكيف تتذكر، وكيف تنمو. وعند تزويد الطلاب بهذه المعلومات، سيدركون أن بإمكانهم اختيار كيفية تطوير أدمغتهم وقوة تركيزهم وذاكرتهم، ويمكنهم أيضاً وضع الأهداف التي يعتقدون أنهم قادرون على تحقيقها؛ لأنهم تعلموا كيف يمكنهم تغيير ذكائهم، وامتلاك القدرات التي يرغبون فيها.

عندما يوجه المعلمون طلابهم من خلال الدماغ، فإنهم يقدمون لهم هديتيّ الدافعية والتفـاؤل. وعندئذٍ سيفهم الأطفال أن الواجبـات المنزلية والمراجعة الصديقة للدماغ تغيّر من أدمغتهم؛ لأن **التمرين يصنع الديمومة**، وأن المهارات العقليـة يمكـن تنميتها تماماً كمـا تُنمّى عضلات الجسم بالتمريـن، وسيستمتع الطـلاب أيضاً بالتعلم عـن أروع عضو، ويشعرون بالسـرور عندما يكتشفون أن لديهـم القدرة ليصبحوا أذكياء وماهرين تمامـاً، ويرغبون أيضاً في المدرسة، وممارسة الرياضة، والفنون البصرية، والمواقف الاجتماعية.

أحبّ في بداية العام الدراسي، أن أسأل طلابي صغار السن فيما إذا كانوا يعتقدون أن بإمكانهم تغيير أدمغتهم، وأعرض عليهم صور الرنين المغناطيسي الوظيفي لأشكال أدمغة لأشخاص قبل تعلمهم العزف على الآلات الموسيقية وبعده. وسيشاهـد طلابي أن هناك زيادة في كثافة روابـط الخلايا الدماغية ونشاطها في المناطق التي تتحكم فـي العضلات والاستجابات المنسقة، المستخدمة في أثناء ممارسة العزف على البيانو. مما سيمكّنهم هذا الدليل المرئي من استنتاج الإجابة، وهي نعم، **بإمكانهم** تغيير أدمغتهم.

لإزالـة المفهوم من أدمغـة الطلاب الذي مفاده: أن بـذل الجهد أمر غير مفيد؛ لأنهم محدودون بالذكاء الذي ولدوا به، أخبر طلابي الكبار بأن لدى البشر بيـن 30 ألـف و40 ألف جين وراثي، أيّ –بزيـادة قدرها 10 آلاف جين فقط عن الـدودة– وأسألهـم: ما الذي يمكـن أن تعنيه هذه الحقيقة عـن دور الوراثة في

الذكاء مقابل دور البيئة؟ وعندما يفهم الطلاب كيفية تعلم أدمغتهم، تتولد لديهم الدافعية للعمل.

أدرّس طلابي في المرحلة الابتدائية العليا والمتوسطة مرشحات الدماغ التي تحدد المعلومات ذات المستوى الأعلى في التفكير (قشرة الدماغ الأمامية) التي تصل إلى أدمغتهم، وكيف يمكنهم التأثير بوعي في هذه المرشحات. يدرس الطلاب التغييرات التي تحدث في أدمغتهم من خلال المرونة العصبية. لذا أعرض عليهم صور المسح الدماغي ونرسم معاً رسوماً بيانية، ونشكّل نماذج من الصلصال للروابط بين الخلايا العصبية التي تنمو حين نتعلم معلومات جديدة. وأسمّي ملخصات دروسهم بـ «تفرعات»– أيْ، التفرعات الشجرية وهي، على نحو ما تعلّم الطلاب، هيكل يشبه الأغصان يتفرع من الخلية العصبية. وأناقشهم كيف ينمو المزيد من التفرعات الشجرية عندما يراجعون المعلومات وينالون قسطاً كافياً من النوم. وأرسل أيضاً مع الطلاب إلى البيوت صور مجهر إلكتروني تُظهر نمّو التفرعات الشجرية والوصلات العصبية، وأطلب إليهم شرح هذا الجانب من التشريح العصبي لأفراد عائلتهم، ومن ثم تدوين ردود أفعالهم.

وأستخدم التشبيهات في مناقشاتي مع الطلاب مما تعلّموه في الرياضة والموسيقى والرقص، حول كيفية تنمية مهاراتهم بصورة أفضل كلما تدربوا أكثر، كالتدريب على ضربة في كرة السلة مثلاً، وكيف يتحسّن أداؤهم في عزف الجيتار، أو لعب الباليه كلما تدرّبوا عليها. ثم نربط ذلك بالرياضيات، فنوضح أن أدمغتهم تستجيب بالطريقة نفسها عندما يتدربون على حقائق عملية الضرب، أو يعيدون قراءة فقرات غير واضحة في كتابٍ ما؛ لأنه، من خلال المرونة العصبية وتكوّن الميالين، سيصنع التمرين الديمومة. (تكوّن الميالين هو عملية تلتف فيها طبقة سميكة من الميالين العازل حول أكثر المحاور العصبية نشاطاً. ويزيد

الميالين من سرعة انتقال المعلومات على طول الروابط بين الخلايا العصبية، وفعالية استرجاع المعلومات المخزّنة في الشبكة العصبية).

يتحمّس طلابي بصورة خاصة لنظام "RAD" (أي نظام مقاومة التوتر) في أدمغتهم. فهم يدرسون النظام الشبكي المنّشط واللوزة العصبية والدوبامين، مما يتيح لهم فرصة اكتشاف أن جهدهم وتركيزهم العاليين يحدّدان المعلومات التي تصل إلى أدمغتهم التأملية «المُفكّرة». فمثلاً، يكتشفون أن بإمكانهم تذكّر الأحداث التاريخية بصورة أفضل عند إرشادهم لتصوّرها أو تمثيلها.

وعندما يكافح الطلاب، يمكنك أن تذكّرهم بوضوح بأن الدماغ ينمو أقوى نتيجة لبذل الجهد والتمرين، وأنه سيصبح من السهل استيعاب المادة، وحل المسائل مع مرور الوقت ومضاعفة الجهد. وعندما يفهم الطلاب أن تمرينهم سيصنع الديمومة من خلال المرونة العصبية، لذا ستثار دافعيتهم للدراسة والتمرّن.

والاقتباسات الآتية هي تعليقات كتبها الطلاب بعد انتهاء الفصل الدراسي الأول، الذي ضمنته «توقفات» في دروسي (وهي استراتيجية ذكرتها في الفصل السادس) و«تفرعات»، ودمجت «علم الأعصاب» في دروس الرياضيات.

> أتخيل الخلايا العصبية تنشئ روابط في دماغي عندما أدرس، وأشعر بأنني أغيّر دماغي عندما أتعلم شيئاً وأفهمه وأراجعه.
>
> إيميلي- الصف السابع

> إذا استخدمت القشرة الدماغية الأمامية لأعالج ذهنياً ما تعلمته، فستنمو التفرعات الشجرية والوصلات العصبية، وسأمتلك ما تعلمته مدة طويلة جداً من الزمن؛ لذا فإنني لن أضطر إلى أن أتعلم الكسور من جديد في كل سنة.
>
> كوري- الصف السابع

يمكنني أن أصبح أذكى إذا ركزت وتمرنت واستخدمت نقاط قوتي فعندئذٍ تزداد قدرتي على تنمية روابط الدماغ وتعزيز دوائر الذاكرة لأصبح ذكيًّا. لذا فكلما تمرنت أكثر، ازدادت هذه الروابط قوة فأزداد ذكاءً. إنه شعور رائع أن أعرف أن لديّ القدرة لأصبح ذكيًّا. وإنني اكتشفت أنه عندما تنمو لديّ الزوائد المتشجرة ومنطقة التشابك العصبي يمسي التعليم أسهل، ولا أشعر بالضياع والتشتت في الصف.

ميتشملا – الصف الخامس

لم يكن لديّ علم بإمكانية تنمية دماغي. والآن أعرف نموّ التفرعات الشجرية عندما أدرس، وكذلك عندما أفكر في مشاهدة التلفاز، أو دراسة ملاحظاتي وتصحيح أخطاء الواجب المنزلي؛ لذا اقتنعت بأنّ لديّ القدرة على بناء خلايا الدماغ إذا عملت. وعلى الرغم من أنني أرغب في مشاهدة التلفاز، لكن أقرر أن أقوم بالعمل كي يزداد ذكائي. ليس الأمر ممتعاً دائماً، ولكنه ينجح؛ لذا فهو يستحق كل هذا العناء.

بايج– الصف الثامن

لتكوين فكرة كيف غيّرت هذه الأساليب من طريقة طلابي في التعلم والدراسة، تتبعت تعليقات الطلاب الذين حافظوا على علامات مدرسية جيدة، وكتبوا تعليقات مقنعة حول كيفية مساهمة معرفتهم عن الدماغ في تشجيعهم وتمكينهم. وطلبت إلى المعلمين الآخرين إعطائي نسخاً من علاماتهم قبل إنهاء دروس التوجيهات الدماغية وبعدها. ولم تكن هذه التجربة تحت سيطرتي بالتأكيد، ولكن نتائجها تستحق التسجيل. لقد وجدت أن الطلاب الذين عبّروا عن مشاعر إيجابية حول قدرتهم على إجراء تغييرات في دماغهم، قد تحسّنت علاماتهم بصورة عامة، وأنهوا واجباتهم بصورة أكثر انتظاماً من ذي قبل، وازدادت مشاركتهم في النقاشات وازدادوا طلباً للمساعدة لتعرّف أخطائهم التي ارتكبوها في الامتحانات أو الواجبات المنزلية في مادتي والمواد الأخرى.

استراتيجية: اكتشف: «كيف يعمل الدماغ بصورة أفضل»

دع طلابك يكتبوا عن «دليل دماغك؛ ليعبروا عن فهمهم بطريقة ذات معنى بالنسبة لهم. إذ يمكن أن تساعد الأنشطة المتنوعة على جعل العمليات الذهنية ملموسة للطلاب الصغار. فمثلاً، يمكن للطلاب أن يمسكوا بأيدي بعضهم بعضاً، ويشكّلوا حلقة ويلعبوا دور النبضات الكهربائية التي تنتقل من المحاور العصبية (أيديهم اليمنى) إلى الخلايا العصبية (أجسامهم)، ومن ثم إلى المحور العصبي التالي (عبر أيديهم اليسرى). ويمكنهم بعد ذلك تشكيل نماذج من الطين، أو تخطيط رسوم بيانية للتفرعات الشجرية والتشابك العصبي والمحاور العصبية.



المادة الرمادية

المرونة العصبية

ارتبط فقدان حاسة البصر بالأداء المتفوق للمهام غير البصرية، مثل حساسية اللمس، وتحديد المكان عن طريق الصوت. وتشير أدلة الأبحاث إلى أن هذه المكتسبات الجديدة مرتبطة بتطويع القشرة البصرية – التي وظيفتها في الوضع الطبيعي الاستجابة للمدخلات البصرية فقط – لمعالجة المدخلات غير البصرية.

ولدراسة هذه الفرضية، وضع الباحثون، ميرابت وآخرون (Merabet et al., 2008) أفراداً مبصرين في حالة حرمان بصري كامل مدة خمسة أيام، ثم أخضعوهم لبرنامج تدريبي مكثف لمسي على طريقة بريل. وبعد انقضاء خمسة أيام، كان أداء الخاضعين للاختبار المعصوبي الأعين أفضل في مهمة تمييز الحروف بطريقة بريل مقارنة بالمجموعة الضابطة (غير معصوبي الأعين) الذين حصلوا على التدريب نفسه.

وقد أظهرت صور متسلسلة صُوّرت بالرنين المغناطيسي الوظيفي لمجموعة الأشخاص الذين عُصبت أعينهم، أن هناك زيادة في نشاط خلايا الدماغ في القشرة البصرية استجابة لمثيرات اللمس. واختفت هذه الزيادة في شدة الإشارة بعد 24

ساعـة من نـزع عصبة العينين. وتقتـرح الدراسة أن الحرمـان البصري الكامل في الأفـراد المبصريـن يمكن أن يؤدي إلى تغييرات عميقـة، ولكنها متقلبة بسرعة، في المرونة العصبية، حيث تعمل القشرة البصرية على معالجة المعلومات غير البصرية.

وتشيـر الطبيعة السريعة والديناميكيـة للتغيرات التي لوحظت إلى أن للقشرة البصرية القدرة على القيام بوظائف أخرى—وكانت في هذه الحالة وظيفة اللمس—، وأن هذه الوظائف الكامنـة أو المختبئة في الحالة الطبيعية لدى الأفراد المبصرين اكتشفـت من خلال الحرمان البصري. ويظهر الكشف عـن هذه الشبكات العصبية غير المستخدمة والموجودة مسبقاً أنه يمكن أن تنشط عند الحاجة، ويمكن أيضاً أن تتطور إلى دوائر عصبية دائمة إذا استمر فقدان البصر؛ (ميرابت وآخرون، 2008).

وبدلاً من إرسال الورقة المعتادة في بداية العام الدراسي مع الطلاب حول النصائـح المتعارف عليها، مثل وجود مكان هادئ لأداء الواجب المنزلي، أطلب إلـى طلابي القيـام بالتجربة بأنفسهم. وأعيّن الواجبـات المنزلية في الأسابيع الأولـى، مقرونة بحـالات معينة يلتزمون بها لأداء هـذه الواجبات، وأطلب إليهم اقتـراح بنـود أخرى لهذه الحالات. والحالات المعتادة هـي على النحو الآتي: مع الموسيقـى أو دونها، مع إرسـال الرسائل القصيرة أو دونهـا، وجود استراحات متكـررة لتناول الوجبـات الخفيفة، وجود استراحات مخطط لهـا في أثناء أداء التمرين، العمل جلوساً على السرير أو على المكتب، أداء الواجبات في وقت مبكر أو متأخر، دراسة المادة كلها دفعة واحدة أو مراجعة أقسام صغيرة منها في كل مرة. ويكتب الطلاب في كل يوم الوقت الذي يبدؤون فيه حل واجبات الرياضيات وينتهون منه (يساعد أولياء الأمور الطلاب الصغار على تسجيل الوقت)، ويكتبون أيضاً عن الظروف المتغيرة التي غيّروها، وعن أدائهم في امتحان قصير يتضمن أسئلة مأخوذة من مسائل الواجب المنزلي لليوم التالي. ويجمع الطلاب البيانات الخاصة بهم، ويقارنون النتائج التي وصلوا إليها بتلك التي جمعناها من الصف كله، ثم يضيفون بياناتهم إلى «توجيهات دماغك»، ويكتبون رسائل لإرسالها إلى

المنزل حول أفضل الظروف التي يؤدي فيها الطلاب الواجب المنزلي بالنسبة لهم ولسائر الصف. والمقتطفات الآتية هي أمثلة قليلة لرسائل حقيقية كتبها الطلاب:

لقد جرّبت وأعرف أنني أركز بصورة أفضل، وأنهي عملي بسرعة، وأتذكر أكثر إذا لم أرسل رسائل قصيرة، أو أشاهد التلفاز في أثناء حل الواجب المنزلي. أعلم أنني بحاجة إلى تنظيم استراحات (توقفات قصيرة كل 20 دقيقة لمدة خمس دقائق) لكي أُنعش الدوبامين. والآن أجيب بطريقة صحيحة حتى على المسائل الصعبة؛ لأنني لا أصاب بالإحباط عندما لا أفهم أمرًا ما. لقد كان الأمر ناجحاً معي في البيت، والآن نجح معي وقت الامتحان.

راندي – الصف السابع

قبل أن أبدأ بالانتباه، أحاول التخلص من المشتّتات حتى يستطيع الجهاز التنشيطي الشبكي التقاط المعلومات المهمة.

غابي– الصف الثامن

أتخيل الخلايا العصبية وهي تكوّن روابط في دماغي، وأشعر بأنني أتعلم شيئاً. وفي كل مرة أفكر فيها بأنني لا أرغب في الدراسة ، أقول لنفسي: لا، فدماغي لن يكوّن روابط جديدة.

ماريو – الصف الخامس

التقليل من السلبية من خلال تحسين البيئة الصفية

وصفت الفصول الأولى من الكتاب مجموعة معينة من الاستراتيجيات المتنوعة لتقليل المواقف السلبية تجاه الرياضيات، ومساعدة الطلاب على زيادة ثقتهم في قدرتهم على النجاح فيها. وسنبحث في هذا الفصل عن استراتيجيات إضافية تركز على البيئة الصفية الواسعة، لتوفير بيئة مناسبة «للأدمغة المتغيرة» وتحسين الذكاء. وتتضمن هذه الاستراتيجيات ممارسة أساليب الاسترخاء،

واستخدام الفكاهة والمرئيات والقصص، وإنشاء علاقات إيجابية بين الطالب والمعلم.

استراتيجية : أساليب ممارسة الاسترخاء

إن وصف كثير من الأنشطة المفيدة التي يمكنك استخدامها في الصف كي تساعد الطلاب على اكتساب مهارات تهدئة النفس والتركيز اليقظ، هو خارج نطاق هذا الكتاب. وستجد عدداً من هذه الأنشطة التي وضعتها من خلال عملي مع مؤسسة هاون على موقع المؤسسة الإلكتروني (www.thehawnfounda-tion.org)، والأنشطة البسيطة أيضاً مثل تخصيص وقت للتعليم والتدريب على التنفس الحجابي، واستخدام الصور لتقليل حدة القلق، جعل الطلاب يتذكرون أسعد أيام حياتهم، قبل حل المسائل الرياضية أو أداء الامتحان؛ لأن ذلك سيحقق نتائج مرضية.

استراتيجية : أدخل الفكاهة والصور والقصص إلى الرياضيات

لإدخال الفكاهة إلى الرياضيات في صفوفي (وبالتالي زيادة مستويات الدوبامين في أدمغة طلابي) أستخدم القصص، أو أرسم الصور، أو أعلق رسوماً فكاهية تتعلق بالرياضيات، كرسومات سيدني هاريس (Sidney Harris, 1977) «ما المضحك بشأن العلوم؟» (التي يتعلق كثير منها بالرياضيات).

في كتاب ألفته سابقاً، وصفتُ رسومي السخيفة ولكنها لا تنسى، أحدها لوعاء (pot) يتدلى من حبل (noose)، وقد استخدمتها لأساعد طلابي على تذكّر كلمة «وتر المثلث hypotenuse» (الذي يشبه لفظها لفظ pot in a noose)، ورسماً آخر لمضلع مفتوح ومضلع مغلق وطائر اسمه بولي (Polly) يهرب (gone) من الضلع المفتوح (Polygone تعني المضلع) تشبه في اللفظ ("Polly gone"). وإنني أؤلف أيضاً قصصاً عن البسط والمقام لكسرٍ اعتيادي يسارع إلى شراء

منــزل معروض للبيع بثمن قليل جدًّا، حيــث يمثل رمز القسمة الطويلة في قصة المنــزل. وأبيّن أن للبســط الأفضلية لأنه في الأعلى ويبــدأ أولاً، فيتحرك داخل المنزل، ولكن المقام يقف عند الباب الأمامي.

إن استخــدام القصص لتوضيح المفاهيم الرياضية لها تأثير كبير، لأنها تتعلق ببنية القصص التي يسمعها الأطفال طوال حياتهم. وعرض المعلومات على هيئــة قصص مألوف للطلاب، ويحفز الذكريــات الإيجابية ومن السهل تتبعها. وتظهر الأبحاث أن المعلومات المقدمة على صورة قصص تُصنّف على أنها أكثر متعة، ولها محتوى يسهل تذكّره أكثر من المعلومات نفسها المقدمة في أنواع أخرى من النصوص أو الصياغات اللفظية؛ بريتون (Britton, 2008).

استمتع بوقتــك وامنح طلابك، خاصة المستكشفيــن، الفرصة كي يكونوا مبدعين، ويرسموا لوحات مثيرة تمثل التعابير الرياضية. وعلّق هذه الرسوم على اللــوح ليستمتــع بها الآخرون ويتعلموا منها، وامنح «الفنــان» (خاصة إذا لم يكن هذا الطالب ممتازاً في الرياضيات) الفرصة ليعرض إبداعه ويفتخر به. واحتفظ بهــذه الرسوم أو القصص للسنــوات القادمة حتى يستمتع الطلاب الجدد برؤية ما رسمه «الطلاب الكبار» وكتبوه عندما كنت تعلمهم.

❖ استراتيجية : أقم علاقة إيجابية بين المعلم والطالب

عندما يُسأل الطلاب عن أسباب تركهم الدراسة في المرحة الثانوية، عادة ما يذكرون العلاقة بين المعلم والطالب ورقابة الكبار عليهم. لقد أجريت مقابلات مــع معلمين وطلاب من الصــف الأول وحتى الثاني عشر حول مــا يميز العلاقة الودودة المتبادلة التي تؤدي إلى بيئة تعلمية منتجة. وكانت الأفكار المشتركة هي عن المعلمين الذين يعبّرون بوضوح عن توقعاتهم العليا، ويقدمون الدعم للطلاب، ويجيبون عن الأسئلة حتى يستوعبوا المادة، ويعاملون الطلاب باحترام، وينادونهم

بأسمائهم، ويلقون عليهم التحية داخل الصف وخارجه، ويدرسون موادهم بمحبة وحماس؛ براون، كومر (Brown, 2003; Comer, 1993).

ليس من السهل عليك إخفاء شعورك بالإحباط عندما يكون الطلاب غير مكترثين أو لا يحاولون التعلم، ولكن عليك أن تدرك أنهم في حالة توتر الدماغ، وأن هؤلاء الطلاب الذين لديهم سلبية تجاه الرياضيات نتيجة للتجارب السابقة لا يمتلكون المرونة أو الدافعية لاستثمار جهدهم في المحاولة مجدّداً. ومن الخطأ لوم المعلمين السابقين، وبدلاً من ذلك، فإن معرفتك بأن هذه السلبية ما هي إلا تراكمات عبر الوقت، ستساعدك على إدراك أن الأهداف التي وضعتها يجب أن تكون قابلة للتحقيق.

ما الذي يمكنك فعله على المدى الطويل والقصير لإعادة بناء مواقف الطلاب تجاه الرياضيات؟ أولاً، تذكّر أن الطلاب الذين يعالجون المدخلات في أدمغتهم التفاعلية (مقاومة/ هروب/ فتور) تكون استجابتهم ناجمة عن قرار غير واعٍ؛ لذا يتعين عليك أن تدرك أنه عندما يسيء الطلاب التصرف أو يخرّبون، فإنهم ببساطة يظهرون استجابة الدماغ اللاإرادية للإحباط والتوتر والقلق. وهذا يدعوك إلى التفكير في احتمالية أن الفشل في أداء الواجب المنزلي قد لا يكون نتيجة الكسل أو عدم الاحترام. وفي الواقع، من وجهة نظر الطلاب، قد يكون الأمر أقل توتراً بالنسبة لهم في أن يتقبلوا عواقب عدم إكمال الواجب المنزلي على أدائه، وعدم المجازفة في الإدلاء بالإجابات لأنهم يخشون أن تكون غير صحيحة؛ والكر، كولفن، رامسي (Walker, Colvin & Ramsey, 1995). ابدأ بموقف إيجابي، وأظهر الثقة بأن طلابك قادرون على تحقيق مستويات التحدي المناسبة لهم، واستخدم التدريس الذي يراعي الفروق الفردية، وكذلك نقاط قوة الطلاب، وولّد الدافعية لديهم آخذاً في الحسبان اهتمامات الطلاب. وقريباً

ستصبح ذلك المعلم المتفاني الذي يتفاعل مع الطلاب، وذلك من خلال المرونة العصبية التي تملكها ومع مرور الوقت والتمرّن.

كذلـك يتعين عليك أن تعي المشاعر السلبيـة التي ربما تواجهها مع بعض الطلاب، وأن تكون استجابتك تتبع السلوك المرتبط بالعلاقة الإيجابية بين المعلم والطالـب. وعليك أيضاً استخـدام أسلوب التشجيع، والتحـدث إليهم باحترام، وأن تجعـل تعبيرات وجهك تعكس التفـاؤل، والمحافظة على التواصل البصري، واستخدام أسماء الطلاب عند إلقاء التحية عليهم داخل الصف وخارجه.

وانتبه إلى سلوكك غير المقصود تجاه هؤلاء الطلاب، كأن تكون إجاباتك وشروحاتك عن استفساراتهم مختصرة، أو أنك لا تمنحهم وقتاً كافياً؛ لأنك قد تشعـر أن شرحك للموضـوع كافٍ. وتجنّب أن تكون ردود فعلـك المتحمسة أكثر مـن اللازم عن الأسئلة الأساسية التي يطرحونها إذا كانت دون مستوى التحدي القابل للتحقيق.

وسيؤدي حماسك وتفاؤلك للرياضيات وإظهار توقعاتك التي تبرز قدرتك علـى النجاح، إلـى تحفيز الاستجابة الإيجابية لدى طلابـك؛ لذا ساعدهم على تعـرف نقـاط قوتهم، ليس فقط في المهـارات المتعلقة بالرياضيـات، بل أيضاً في تعـاون المجموعات، ومحاولة المشاركة، والاستعـداد لإلقاء الأسئلة وإجراء التصحيحات. وشجعهم أيضاً على إدراك الاستراتيجيات الناجحة واستخدامها أكثر من مرة، واشكرهم على إنجازهم في التحديات المحددة القابلة للتحقيق.

والوصف الآتي يبين كيف يبدو التعلم في صف دون وجود السلبية، كما عبّر عنه تلميذان من الصف السابع:

> الشيء الوحيد المتقن فيما يتعلق بالرياضيات الآن: هو أنني لا أخشى إجراء تجربة جديدة لحل مسألة ما، أو أعبّر عمّا أفكر فيه في النقاش الصفي حتى لو لم أكن واثقاً

منه. أنا لست خائفاً، لذا أستطيع أن أركز على ما يقوله زملائي في أثناء المناقشة، وهذا يعطيني مزيداً من الأفكار. أتذكّر موقفاً طلبت فيه إلى المعلمة مساعدتي وكنت حينئذٍ متوتراً من اعتقاد المعلمة أو الآخرين أنني غبي، وأنني غير قادر حتى على تذكر الشرح. وأنا حاليًّا أصبحت هادئاً إذ أصغي إلى ما أحتاج إليه حتى لا أرتبك.

لقد اكتشفت أنني إذا بذلت الجهد، أستطيع أن أبني كثيراً من الروابط بين الخلايا العصبية، وهذا يعني أن ذاكرتي تصبح أقوى على استيعاب الرياضيات. وأستطيع انتزاع المعلومات التي خزنتها، مثل تعلم الكسور العشرية، وتطبيقها على مواقف أحتاج إليها في حياتي، مثل حساب المال. ولم أكن أبداً واثقاً من نفسي، وأنا حاليًّا لا أتفاجأ عندما أقوم بأداء جيد، وأنا متحمس لمتابعة العمل حتى لو ارتكبت الأخطاء، لأنني لا أعتقد أن هناك حدوداً للأهداف التي أستطيع تحقيقها.

إعادة تدريب الدماغ من خلال تخفيف التوتر

إذا شعر الطلاب بالقلق من ارتكاب الأخطاء في الصف أو من خلال الامتحانات، فقد يسبب التوتر الناجم عن هذا القلق أن تحول اللوزة العصبية نشاط الدماغ إلى الدماغ السفلي غير المعرفي، فتمنع معالجة المعلومات في قشرة الدماغ الأمامية. إن غناء أغنية، أو قراءة قصيدة مألوفة، أو الاستلقاء (الاسترخاء)، أو رقص قصير مألوف، أو مشاهدة رسوم كوميدية، أو استنشاق عميق، أو التفكير في مكان جميل ترغب فيه، كلها أمور يمكن أن تخفّف من التوتر، وتزيد من تدفق الدوبامين، لإبقاء حالة الذهن عاطفية إيجابية تحافظ على انتقال المعلومات إلى الشبكات العصبية **التأملية** بدلاً من **ردود الفعل** السريعة. وتهدف هذه التدخلات إلى تخفيف التوتر، وتزيد أيضاً من قدرة الدماغ على التركيز وعدم التشتت؛ هوبكو، أشكرافت، غوت (Hopko, Ashcraft & Gute, 1998).

✣ استراتيجية: خفّف من التوتر مع زيادة المشاركة الصفية

يحتل القلق مساحة الذاكرة العاملة؛ لأن قشرة الدماغ الأمامية تحوّل المصادر للتعامل مع الاضطراب العاطفي. ولمّا كانت مساحة الذاكرة العاملة

المتوفرة قليلة، فإن قدرة الطلاب على استرجاع الذكريات المخزّنة التي يحتاجون إليها لحساب المسائل وحلّها، تقلّ. لذا فكّر في قائمة الأمور التي ترفع من مستوى الدوبامين، كالفكاهة والتفاؤل والتجارب والاختيارات الإيجابية، واستخدمها في تعزيز الإيجابية والمثابرة والذاكرة التي تصاحب تزايد مستوى الدوبامين.

وذكّر الطلاب بالاستراتيجيات الفردية التي سجّلوها؛ لأنها ساعدتهم على إنجاز أفضل عمل، مثل تدوين الصيغ المهمة أو الحسابات التي يصعب تذكّرها، وتذكّـر هذه المعلومات في أثنـاء النقاش حول الموضوع داخل الصف. لن يشعر الطلاب بالقلق نتيجة تذكّرهم هذه المعلومات عندما يبدؤون بالإجابة عن السؤال، مما يدل على وجود قليل من التوتر الذي يمنع تدفق المعلومات من اللوزة العصبية إلى قشرة الدماغ الأمامية.

إن كتابة خطوات الحل، حتى لو كان لدى الطلاب القدرة على القيام بهذه العمليــة ذهنيًّا، لكنها مهمة بالنسبة للطــلاب الذين يعانون من مستوى عالٍ من التوتـر تجـاه الرياضيات؛ لأن كتابتها لا تشكّل عبئاً علـى الذاكرة العاملة. وهذه المهمة البسيطة ستمنح الطلاب مزيداً من الثقة للإجابة عن الأسئلة في الصف خاصة عندما تطلب إليهم شرح طريقة تفكيرهم.

مهّد للمادة بعض الطلاب، خاصة متعلمي اللغة الإنجليزية أو الطلاب الذين يعانــون من سلبية كبيرة تجاه الرياضيات، يصابون بحالة من التوتر الشديد في كل مرة يُشرح فيها موضوع جديد في الصف. وإحدى الطرق للتعامل بكفاءة مع هــذه الحالة هو أن تشرح للطلاب (وأولياء أمورهم) مفهوم «التهيئة» أو التمهيد للمادة مــن أجل «تهيئة» الدماغ لاستقبال المعرفــة الجديدة. ويمكنك أن تقترح علــى الطلاب أن يقضوا بضــع دقائق في قراءة مقدمة الوحدة الجديدة قبل يوم من تدريسها، خاصة إن تضمنت هذه الوحدة مفردات أو رموزاً رياضية جديدة. ووضّــح لهم أن المقصود ليس محاولة فهم كل شيء يقرؤونه بل مجرد أن يألفوا

المفردات أو الرموز أو العمليات الحسابية الجديدة ؛ إذ إن التمهيد للدرس التالي يقلّل من التوتر الذاتي لدى الطلاب، لأنهم سيأتون إلى الصف مستعدين ولديهم بعض الإلمام ولو كان قليلاً بخلفية الموضوع الجديد.

التخلص من التوتر في عشر دقائق يساهم الخوف، على نحو ما ذكرنا سابقاً، في ارتكاب الأخطاء والتوتر اللذين ينجمان عن الدروس التي تكون أقل من/أو فوق مستوى التحدي القابل للتحقيق لدى الطلاب، في زيادة السلبية تجاه الرياضيات، ويضع الدماغ في حالة المقاومة/ الهروب/ الفتور، ويخفّض من التفكير العالي المستوى. ويمكن استخدام استراتيجية التخلص من التوتر في استراتيجيات التدريس المختلفة خاصة التدريس المباشر، أو عرض مفاهيم جديدة، أو إعطاء الواجبات المنزلية أو الامتحانات.

نعلم مسبقاً من خلال تقويمنا لاستراتيجيات التدريس الفعّالة أن التقويم المتكرر والتغذية الراجعة التصحيحية–اللذين يحدثان كل 10 دقائق تقريباً وبطريقة داعمة عاطفيًّا–هي أدوات ذات كفاءة عالية تعزّز الفهم والذاكرة الطويلة المدى، وتُحسّن من الوظائف التنفيذية للتفكير والتحليل. إن استخدام الطلاب لسبوراتهم البيضاء من أجل المشاركة النشطة هي استراتيجية قليلة التوتر وذات مشاركة عالية؛ لأنهم يظهرون لك مدى معرفتهم بالمادة دون الحاجة إلى الإدلاء بإجاباتهم بصوت عالٍ، وتتيح هذه الاستراتيجية أيضاً المشاركة للجميع، ولا تنحصر في فئة قليلة تجيب عن أسئلة تتطلب إجابات شفهية. وأما الفائدة الأخرى لهذا التقويم المتكرر فهو أنه يوفر لك المعلومات التي تحتاج إليها طوال الدرس لدعم الطلاب ضمن مستواهم في التحدي القابل للتحقيق. وسيعرف الطلاب من خلال هذه الاستراتيجية، أنهم إذا شعروا بالملل لإتقانهم الموضوع أو بالإحباط نتيجة الارتباك، فإن الوضع سيتغير بعد مرور ما لا يزيد على 10 دقائق.

للحد من الخوف من ارتكاب الأخطاء، اطلب إلى الطلاب كتابة إجاباتهم عن أسئلتك المتكررة، ورفع سبوراتهم لفترة وجيزة فقط كي يتسنى لك رؤية الإجابات. ويمكنك أن تردّ بإيماءة بسيطة تبيّن لهم أنك قد شاهدت إجاباتهم. إن هذه الطريقة تمنع الطلاب من رؤية إجابات زملائهم؛ لأن السبورات رُفعت برهة قصيرة، ولأنهم يكونون منشغلين في كتابة إجاباتهم الخاصة. وهذه لا تعد أصلاً تغذية راجعة تصحيحية أو تقويماً تكوينيًّا، ولكنها تمكّنك من الإدراك السريع، وتعينك على التخلص من التوتر. (بناءً على معرفتك مستوى مهارات بعض الطلاب ومدى شعورهم بالراحة عند ارتكاب الأخطاء، يمكنك أن تبتكر إشارة–كنصف إيماءة بالرأس–لتعني أن الإجابة غير صحيحة. مما سيساعد الطلاب الذين أنهوا الحل مبكراً على استغلال الوقت المتبقي في إعادة حل المسألة، عندما ينشغل بقية الصف في إنهاء المحاولة الأولى).

إذا ارتكب كثير من الطلاب أخطاء في إجاباتهم على سبوراتهم البيضاء، فهذا يعني أنك تلقّيت تغذية راجعة تخبرك بأن تعيد تدريس المعلومات بطريقة أخرى، أو أن تعيد معالجة الخلفية النظرية. وعندما يجيب معظم الطلاب عن أسئلة عدة متسلسلة بطريقة صحيحة، اكتب الإجابات واستمر في إعطاء التعليمات دون أن تسترسل في كيفية حل المسائل؛ فالطلاب الذين شعروا بالملل من موضوع أتقنوه سابقاً سيشعرون بالارتياح، وأما الطلاب الذين أخطؤوا في الإجابة فسيعرفون أنهم سيحصلون على مساعدة فردية تعالج الحيرة التي أصابتهم في غضون الدقائق القليلة المقبلة.

✣ استراتيجية: استخدم أسلوب التفريد للتخلص من التوتر

فضلاً عن الخصائص الطويلة الأمد المرتبطة بالأهداف، فإن إحدى خصائص التقويم التكويني للتعلم أنها تحدث في وقت لا يزال فيه هناك مجال لاتخاذ إجراءات. إن استراتيجية الدقائق العشر للتخلص من التوتر ليست تغذية

راجعة تصحيحية مفصّلة. فالمقصود من تدخّلك هو تقليل الإحباط أو الملل فوراً، ولا يستغرق ذلك سوى دقيقة أو دقيقتين من وقت الصف دون إعاقة لسير التدريس.

يستغـرق إعـداد الطلاب لتقنيـة التخلص من التوتـر 10 أو 15 دقيقة من الشرح كل يوم ولمدة ثلاثة أيام، ولكن حالما يفهم الطلاب أدوارهم ويمارسوها سيجري الأمر بكل سلاسة. الوصف التالي هو أطول فقرة من العملية وقد تحتاج لقراءته مرتين، لهذا اشرب كأسا من الماء واسترخِ وفكّر في قصة طريفة ومن ثم ابدأ القراءة.

يتعين عليك إعداد الطلاب لهذا الأسلوب عندما توضح لهم التحدي القابل للتحقيق، فيعرفون بناءً على مستوى معرفتهم موضوع الدرس، أن بعضهم مستعد للتقدم، وبعضهم بحاجة إلى مزيد من التمرّن، وبعضهم الآخر سيحتاج إلى مزيد من المعرفة التأسيسية كي يصبحوا قادرين على اللحاق بسير الدرس. وفي أثناء استخـدام أسلـوب التخلص من التوتر، زوّد كل طـلاب بتلميح سريع يخبره عما سيقـوم به لاحقاً. والهدف هـو استئناف الدرس الأساسي مع الطلاب كافة وهم يشعـرون بالراحة، أي وهم يعملون في مستوى التحدي القابل للتحقيق المناسب لهـم. لذا، ضع على لوحة الحائط الصور أو العبارات بناءً على المرحلة العمرية التي تدرّسها، لترشد كل طلاب إلى النشاط المناسب الذي سينفذه عندما تستأنف التدريس أو التمرين بعد تنفيذ أسلوب التخلص من التوتر.

فالطـلاب الذيـن يجيبون إجابة صحيحـة في كل مـرة، ولا يحتاجون إلى مزيـد من التمرّن على الموضوع، يتعين توجيههـم إلى تعليمات لوحة «تقدّم إلى المستوى التالي» التي تتضمن بعض الخيارات الثابتة ولا تتطلب شرحاً، وخيارات جديدة متعلقة بموضوع الدرس أو الوحدة ولكنها تتبع نمطاً ثابتاً، ولا تتطلب شرحاً تفصيليًّـا. ويمكن تشجيع الطلاب الصغار مثـلاً على العمل المستقل مثل قراءة كتـاب، أو العمل علـى برامج الحاسوب وحدهم. والطـلاب الذين ترشدهم إلى

لوحة «تقدّم إلى المستوى التالي» لن يستمروا في الاستماع إلى الدرس أو مناقشته أو التمـرّن عليه (على الأقل ليس خلال فتـرة 10– إلى 15 دقيقة حتى يتخلصوا مـن التوتر)؛ لأنهم يعرفون أنهم لا يعانون من الشعور بالإحباط بسبب التمارين المتكررة حول موضوعات يعرفونها. وسيشاركون بدلاً من ذلك، في تمارين ذات مستوى مفاهيمي أو معرفي عالٍ، يمكن أن تتضمن مناقشات مع الزميل (في مكان هادئ من الصف)، أو عمل مستقل مثل الاستجابة للمحفزات الآتية:

- ما العملية الحسابية الأخرى التي تذكّرك بما تعلمته سابقاً؟ولماذا تُعدّ معرفـة كيفية القيام بهذا النوع من الحسابات مهمّة؟ دوّن أفكارك في الدفتر اليومي.
- اكتب مسألة مشابهة للمسائل التي حللتها توًّا، وحلّها بمشاركة زميلك، ثـم حل مسائل زميل آخـر، وإذا لم توافقه على طريقة حله، فاشرح له أسباب ذلك لمعرفة أنكما قد توصّلتما إلى اتفاق حوله، ثم سلّم عملك إلى المعلم.
- راجـع الملاحظـات التـي دوّنتها عـن دروس هـذا الأسبـوع، وقارنها بملاحظات زميلك، لكي يتسنّى لك أن تضيف إليها ما غفل عنها زميلك. (**وهـذا خيار جيـد أيضاً للصف كله عند تـفـقّدك الطلاب، وإعطاء كل واحـد منهم الخطة الخاصة به التـي سيعمل بموجبها في الجزء التالي من الحصة**).

وعندمـا يخطئ الطلاب في معظم الأسئلة، وأنـت تعرف أنهم يعانون من صعوبة في الرياضيات بسبب ضعف المعرفة التأسيسية لديهم أو اختلاف اللغة أو صعوبـات فـي إجراء العمليـات، عندئذٍ لا يوجد وقت لإجـراء هذه التدخلات القصيرة للتخلص من التوتر لمعالجة الضعف الرياضي الذي لديهم. ولكن يمكنك تخفيف التوتر لديهم فوراً، من خلال كلمة أو عبارة رمزية تذكّرهم بالإجراءات

التـي سيقومون بها فـي الجزء التالي مـن الدرس، وتعرض عليهـم خيارات قد تساعدهم خارج أوقات الصف إذا كان لديهم الفرصة، على تعلم الموضوع بسرعة مناسبـة لهم. وقد صُمّم هذا التدخّل الفوري المهـم لإخراج هؤلاء الطلاب من حالة المقاومة/ الهروب/ الفتور الناجمة عن الإحباط أو الارتباك، لإيصال بعض المدخلات على الأقل في بقية الدرس إلى قشرة الدماغ الأمامية لهم حتى يبقى سلوكهم ضمن التحكم الواعي.

وعندما أعلم من إجابات الطالب أنه يفتقد إلى المهارات الأساسية لمتابعة الجزء التالي من الدرس، أبتسم وأقول له بلطف: «النهر الجاري». وأما في بداية الفصل الدراسي، فأتفق مع الطلاب على هذه «الكلمات المشفرة»، فيعلمون أنني سأستخـدم هـذه العبارات إذا وجدت أنهم مرتبكـون لدرجة لا تمكّنهم من فهم الجزء التالي من الدرس. وأقول هذه «الكلمات المشفرة» بهدوء للطلاب بمفرده في أثناء تجوالي بين الطلاب في غرفة الصف للوقوف على أحوالهم.

وعادة ما يكون الشرح النموذجي لعبارة «النهر الجاري» على النحو الآتي:

> أعلم أنك مرتبك ومحبط. سأعمل معك خلال (**اذكر هنا الوقت المحدد** مسبقًا) حتـى تصبح مستعدًّا للعمل كبقية الصف غداً. ولكن ضمن الدقائق القادمة، وعند الانتقال بما أنهيناه إلى مستوى أعلى، أو حلّ مسائل من التمارين الإضافية، لا تحاول تفسير كل خطـوة ، أو متابعة تفاصيل الشرح كافة؛ فتزداد إحباطاً. ودع المفردات أو الرمـوز أو العمليات الرياضية الجديدة تتدفق عبـر دماغك كالنهر الذي يحمل البذور، حتى لو حللت التمرين دون أن تفهم كل شيء، فعندئذ سيكتسب دماغك بعض المعلومـات التـي نقولها أو نكتبها. وإذا لم تكن متوتراً حيـال حلّ المسألة، فعندئذ سيكتسب دماغك شيئاً من الاستماع. وعندما نلتقي لاحقاً، فإن هذه البذور الصغيرة التي تركها نهرك الجاري ستنبت في دماغك. وهي بدايات لشبكات الدماغ العصبية الجديدة التي ستبنيها كلما زاد فهمك. ومهمّتك الآن هي المشاهدة والإصغاء، ابقَ هادئاً ومنفتحاً لما تسمعه، ولا تقلق ممّا لم تفهمه.

عندما تبتكر نسختك من «النهر الجاري» وتشرحها شرحاً مناسباً، عندئذ سيكـون لديـك الأداة كي تجتّب طلابك إسـاءة التصرف أو التراجـع إلى حالة المقاومة/ الهروب/ الفتور. والنتيجة هي أن الطلاب سيشاهدون ويستمعون، ولن يكونوا قلقين إذا طلبت إليهم الإجابة عن السؤال، أو توبّخهم لعدم حلّ المسائل الجديدة. وفي حالة «النهر الجاري»، تعبر المدخلات من خلال اللوزة العصبية إلى قشرة الدماغ الأمامية التي تحتفظ ببعض ما شاهده الطالب أو سمعه، فتترك آثاراً في الذاكرة. وستنشط هذه الآثار عندما يسمعها الطالب مرة أخرى في أثناء المعالجة. والفائدة الجانبية هي أن دماغ الطالب التفاعلي لا يجعل سلوك الطالب هو المقاومة/ الهروب/ الفتور؛ فيسيء بذلك التصرف. ويزداد نجاح هذه الأداة شيئاً فشيئاً عندما يجـرّب الطلاب بأنفسهم كيف يسهّل هذا التمهيد في الواقع تعلّم المادة حين يلتقونك لاحقاً.

إن نشاط «النهر الجاري» كما لاحظت، شبيه بالاستراتيجية التي وصفناها سابقـاً عندما يحضّر الطلاب الدرس التالي حتى لو لم تكن المعلومات بالنسبة إليهـم منطقيـة. وكلتـا الاستراتيجيتين فعالتـان؛ لأن الدماغ يكـون أكثر تقبلاً للمدخلات التي شوهدت أو سُمعت مسبقاً، وقد وثّقت الأبحاث الآثار الإيجابية لهذا الأسلـوب. وهناك دراسة تناولت التمهيد؛ حيث عُرض على الخاضعين للاختبار كلمات بسرعة أكثر من قدرة العقل الواعي على قراءتها أو ترديدها، ولكن عندما عُرضت عليهم هذه الكلمات لاحقاً، استطاعوا تعرّفها بسرعة حتى عندما عُرضت عليهم بخطين أو حجمين مختلفين؛ ماكاندليس، كوهين، ديهان (McCandliss, Cohen & Dehaene, 2003).

وأما بالنسبة للطلاب الذين أظهروا نجاحاً متوسطاً في تقويم أداء نشاط السبّـورات البيضـاء، فـإن استراحة التخلص مـن التوتر تمنحهـم بضع دقائق لمراجعـة الأسئلة التي أخطـؤوا فيها. وإذا تركت الأسئلـة وإجاباتها الصحيحة

على السبورة، فسيستفيد الطلاب من الوقت الذي تقضيه متجوّلاً في الصف، إذ سيعملون بمفردهم أو بالتعاون مع أقرانهم لإعادة حل المسائل. وعندما تستأنف الدرس، سيتابع هؤلاء الطلاب معك التعلم والمناقشة واستخدام السبورات. ويمكنك أيضاً أن تضيف أسئلة، من مثل: «كيف استطعت استنتاج هذا الحل؟»، فيستفيد الطالب من تعزيزك تعلّمه الجديد من خلال التواصل الشفهي، وستتاح للطلاب في مجموعة متابعة التمرين هذه (وكذلك في مجموعة «النهر الجاري») الفرصة للاستماع للعملية بكلمات جديدة تكون منطقية أكثر بالنسبة لهم من الكلمات التي استخدمتها سابقاً، مما سيقلّ شعور الطلاب بالقلق حيال التمرّن بصوت عالٍ؛ لأن المجموعة المتبقية صغيرة وتضم طلاب في مستوى التحدي القابل للتحقيق نفسه.

هناك نشاطان إضافيان للتخلص من التوتر يمكنك استخدامهما خلال هذه الاستراحة. اطلب إلى الطلاب في بداية الفصل، أن يرسموا علامات استفهام ومصابيح كهربائية على بطاقات يلصقونها على أدراجهم أو في دفاتر الرياضيات. فإذا كان الطالب يتحرج أن يسأل سؤالاً أمام الصف، فإنه يقلب بطاقة السؤال. ومن ثم تستطيع أن تراجع معه لاحقاً حتى يستطيع أن يسأل السؤال على انفراد. وإذا كان السؤال يمكن الإجابة عنه في وقت قصير فإن فترة الاستراحة تمنحك هذا الوقت. وأما إذا كان السؤال يستحق اهتماماً أكثر مما تستطيع منحه في الوقت الحالي، فأومئ إليه بأن سؤاله مهم، وأنك ستجيب عنه خلال الوقت المخصص للمساعدة.

أما بطاقات المصباح الكهربائي التي تشير إلى الأفكار اللامعة، فهي مفيدة للطلاب الذين يشاركون كثيراً في معلومات شخصية مرتبطة بالموضوع، أو شرح لطريقة حل المسألة التي تعلموها من آبائهم. ويشعر بعض الأطفال بالتوتر إذا لم يستطيعوا عرض تعليقاتهم فوراً، ولا يمكنهم أيضاً استعادة التركيز في الدرس

بسبب الإحباط أو القلق الذي ينتابهم من كونهم سينسون ما كانوا يريدون قوله. وسيخفّف قلب بطاقات المصباح الكهربائي من قلقهم عندما تتاح لهم الفرصة بالمشاركة.لذا، أشر إلى هذه الفرصة من خلال إعطائهم ترميزاً متفقاً عليه بأنك ستبدأ الحصة التاليــة بتعليقاتهم، أو ستستمع لها بالتفصيل في أثناء استراحة التخلص من التوتر، أو أي وقت مخصص آخر لذلك.

بناء الثقة من خلال بناء الأسس المفقودة

يقتنع الطلاب أنهم قادرون على تغيير أدمغتهم بسهولة عندما تكون ثقتهم بقدراتهــم في أدنى مستــوى، على أقل تقدير. والاستراتيجيــات الآتية هي طرق للارتقاء بمستوى الطلاب إلى مستوى المعرفة التأسيسية للصف من خلال حل التمرينات بصورة مستقلة أو العمل في أزواج أو بمساعدة ولي الأمر، أو من خلال منحهم السقالات لاستخدامها في أثناء الدروس والواجبات المنزلية والامتحانات، حتى يتعلموا المعلومات الأساسية والمعرفة السابقة التي يتطلبها التقدم في مستوى الصف. وتتضمن هذه الاستراتيجيات: الرياضيات الخالية من الأخطاء، والكلمات المشفــرة، والآلات الحاسبة والجداول. وتهتــم الاستراتيجية الأخيرة بالطلاب الذين يحتاجون إلى المساعدة للاعتماد على الذات، لأنهم قلقون من أن مهاراتهم التأسيسية–أو أي معرفة أخرى– ناقصة نوعاً ما.

استراتيجية : اضمن النجاح من خلال الرياضيات الخالية من الأخطاء

الرياضيــات الخالية من الأخطاء هــي أداة لبناء الأســاس للذاكرة، وهي مفيــدة بصــورة خاصة للطلاب المعارضيــن في قبول أي تحــدٍّ بسبب تجاربهم السلبية مــع الرياضيات. والهدف هو بناء ثقتهم تجاه الرياضيات بالإضافة إلى الحقائق المطلوبة. وتستخــدم استراتيجية الرياضيات الخالية من الأخطاء في تأجيل الوقــت لتحفيز الأطفال إلى التحدي القابــل للتحقيق من خلال نجاحهم

المتكــرر. ويستخــدم المعلمون أو الزملاء في هذه الطريقــة، إشارات شفهية أو إيمــاءات لزيادة احتمال أن تكون الاستجابة صحيحــة، والتي تصبح في النهاية الإجابة الصحيحة؛ بيندر (Bender 2005).

وأما الطريقة التقليدية في التمرين على حقائق عملية الضرب في الصف، فهي أن يعرف الطلاب عدد مسائل الضرب التي يمكنهم حلّها على ورقة عمل في وقت محدد، ولكن هذا النشاط يتضمن مستوى عالياً من التوتر مع وجود مكافأة قليلــة؛ لأنه لا يوجد لدى الطلاب أي دافعية لمراجعة الحقائق التي أخطؤوا فيها أو التجارب التي لم ينهوها.

وأما في طريقة تأجيل الوقت في تمرين الرياضيات الخالية من الأخطاء، فــإن الطلاب يكتسبــون السرعة والدقة في تنفيذ نشــاط ذي مستوى نجاح عالٍ ومستوى تهديد أقل ومناسب للتحدي. ومثال ذلك، استخدام البطاقات الخاطفة للتمرّن على حقائق عملية الضرب. وفيما يأتي التعليمات خطوة خطوة:

1. جهّز قائمة بالعمليات الحسابية من البطاقات الخاطفة، واكتبها على ورقة. ويمكن كتابة هذه القائمة في قالب واضعاً حقائق عملية الضرب المناسبة لكل مستــوى، وانسخها للطلاب. وأضف إلى هذه القوالب ثلاثــة أعمدة بجانــب كل مسألة ضرب، وعنونها علــى النحو الآتي: «تكرار صحيح» و«انتظار صحيح» و«استجابة صحيحة».

2. ابــدأ بالتمهيد وبنــاء الثقة. واعرض، على سبيل المثــال، السؤال: $3 \times 4 =$ ــــــ على البطاقة، ودوّن أي تأخير وأخبرهم بالإجابة. يكرّر الطالــب السؤال والإجابة على نحو مــا قلتهما تماماً، في حين ينظر إلى البطاقة (تحفيز للذاكرة البصرية والسمعية)، ثم يقلب الطالب البطاقة للتحقق من صحة الإجابة (تعزيز إيجابي/ متعة الدوبامين).

3. ضع علامة في عمود «تكرار صحيح» تشير إلى أن تكرار الطالب في العملية الحسابية كان صحيحاً.

4. إذا أخطأ الطالب في تكرار هذه الحقيقة الرياضية، فاقرأها مرة أخرى، واطلب إليه تكراراها معك بصورة صحيحة. ولا تكتب أي شيء على القائمة حتى يكون جواب الطالب في التكرار صحيحاً، ومن ثم ضع علامة في العمود تشير إلى التكرار الصحيح، وتابع العملية مع البطاقة التالية. اجعل عدد البطاقات مناسباً لعدد أنشطة «التحدي القابل للتحقيق» التي قررتها بناء على ملاحظاتك حول فترة انتباه الطالب، وأضف دوماً بطاقات عدة معنونة بـِ «أتقنها» الطالب في الحصص السابقة.

5. خطوة التأجيل: بعد ممارسة الطالب ما يكفي من التمارين، وعندما يعتاد على الحقائق الرياضية باستخدام بطاقتين أو ثلاث، اعرض عليه البطاقة بالتزامن مع قراءة السؤال، ولكن **انتظر ثلاث ثوانٍ** لترى هل سارع الطالب بالإجابة قبل أن تتلفظ بها. فإن استجاب الطالب للسؤال، فاقلب البطاقة للتأكيد على إجابته. وإن كانت الإجابة صحيحة، فضع علامة في عمود «استجابة صحيحة» على قائمتك.

6. إذا لم يسارع الطالب بالإجابة خلال هذا الوقت القصير، فتابع على نحو ما فعلت سابقاً، وأخبره بالإجابة. ومن ثم يكرر الطالب السؤال والإجابة قبل أن يقلب البطاقة للتأكد من دقته. (ضع علامة على العمود على نحو ما فعلت في الخطوة 3).

7. إذا انتظر الطالب فترة التأجيل كي تخبره بالإجابة، ومن ثم يكرّرها معك بصورة صحيحة، فضع علامة لهذه الاستجابة الإيجابية في

عمود «انتظــار صحيح»، فيعرف الطالب أن عليه أن ينتظر، ومن ثم يــردّد الإجابة الصحيحة معك. ولاحظ أن هذا التدرّب يستمر خالياً مــن الأخطاء والتهديد؛ لأنــه يعترف بكل من الإجابــات الصحيحة والانتظار الصحيح.

- تخلــو هــذه العملية تقريباً مــن الأخطــاء؛ لأن الطالب إذا قــال الإجابة الصحيحة فتكون الاستجابة صحيحة، وأما إذا انتظرك كي تقولها ومن ثم يكرّرها، فتكون الاستجابة أيضاً صحيحة.

- إذا أخطأ الطالب فــي الاستجابة عندما يقدم إجابة غير صحيحة، فلا توجد إشارة في العمود تشير إلى «استجابة خاطئة»؛ لذا فترك فراغ في العمــود لهذه المسألة فــي القائمة يدلك على تــرك المسألة **دون إعطاء تغذية راجعة سلبية واضحة للطلاب**. ولكن هناك تغذية راجعة تصحيحية فورية لأنك تطلب إلى الطالب المحاولة مجدّداً. وأما في محاولته الثانية، فاذكــر المسألــة، ثم أجب عنهــا دون أي تأجيل حتــى لا يسارع الطالب بإجابة غير صحيحة، وستكون لديه الفرصة لتكرار الإجابة الصحيحة. إنّ ترك ملاحظاتك مفتوحة وظاهرة للطلاب طوال هذه العملية هو جزء مــن التجربة الإيجابيــة بالنسبة لهم. لذا، ولتعزيــز الدافعية والمواقف الإيجابيــة تجــاه الرياضيــات، يمكنــك أن تعرض على الطــلاب سجلاً يظهر إتقانهم المتزايد لـِ «الانتظار الصحيح» و «الاستجابة الصحيحة» باستمرار التمرين.

8. أعــطِ تلميحــات شفهيــة أو بالإشارة (إيمــاءات) لزيــادة احتمالية الاستجابــة الصحيحة. فمثلاً، إذا كان الطالب يضرب الأرقام التي تحتــوي على كسور عشرية، ونَسِــيَ أن يعدّ المنازل التي تلي الفاصلة العشرية في كل عامل ضرب، فقل: كلمة **عشري** إن ظهر لك أن التلميذ

قد انتهى من حل المسألة، ولم يستطع تحديد مكان الفاصلة العشرية في الناتج. وبهذه الطريقة، فإن الطالب لم يرتكب الخطأ فعليًّا في الجواب النهائي الذي كتبه. وعلى الرغم من أن الطالب قد احتاج إلى تلميحاتك، لكنه في نهاية المطاف سيكتب الإجابة الصحيحة، ويفيد من كلٍّ من التمرين ومتعة الاستجابة لإنجازه.

أما بالنسبة للطلاب الذين يقدّرون التعلم الخالي من الأخطاء، فقد يستمتعون أيضاً بالتمرّن بمساعدة أشرطة تسجيل لحقائق الرياضيات التي يتخللها فترة انتظار قبل الإجابة عن كل سؤال. ويمكنك أن تسجل هذه الأشرطة بصوتك أو تشتريها من المواقع الإلكترونية المذكورة في الملحق أ. ويمكن لأولياء الأمور والمساعدين والطلاب الذين يتحمّلون المسؤولية أن يتولّوا التدريب على استراتيجية الرياضيات الخالية من الأخطاء عندما يشاهدون كيفية تطبيقها وتلقيهم تدريباً عليها بصورة كافية.

ولمّا كانت عملية الضرب هي مهارة تأسيسية في مرحلة مبكرة من نوع «إمّا أن تنجح وإمّا أن تفشل»–على الأقل حتى تبدأ دروس ضرب الكسور– فإنه من المفيد أن تكون لديك طرق عدة لتدريسها. وابدأ ببناء المفهوم الذي مفاده أن ضرب الأعداد الصحيحة الموجبة شبيه بجمع العدد نفسه عدداً من المرات.

استخدم دعم الدوبامين بدلاً من الطلب إلى طلابك أن يتمرّنوا على جداول الضرب بالترتيب من 1 إلى 10، وشجعهم على اختيار العدد الذي يفضّلون البدء به، أو أرشدهم إلى أن يروا مدى معرفتهم بعمليات الضرب بدءاً بالأعداد 1 و2 و5 و10. ويمكنهم أن يعدّوا بِـ 2 و5 و10 كي يحصلوا على إجابات حلّها صحيح.

أعطِ الطلاب نسخاً من جدول الضرب إلى العدد 10 ، واطلب إليهم شطب الأجزاء التي أتقنوها من جداول ضرب. (يمكنك أن تطبع نسخاً مصمّمة لتناسب

كل طـلاب في مستوى التحدي القابل للتحقيق، مستخدماً نماذج كتلك المتوفرة على الموقع الإلكتروني: www.superkids.com/aweb/tools/math). وبعد أن يشطـب الطلاب جداول ضرب 1 و2 و5 و10، اطلب إليهم إيجاد هذه الأعداد في صفوف جداول ضرب الأعداد الأخرى. وحافظ على بقاء معنوياتهم عالية عندما يشطبون «التكرارات» التي يعرفونها من جدول الضرب. فمثلاً، إذا كان الطالب يعرف جدول ضرب العدد 5، فبيّن له أنه يعرف أن $3 \times 5 = 15$ (في جدول ضرب 3)، وأن $5 \times 3 = 15$ (في جدول ضرب 5) على حدٍّ سواء.

وبعد أن يتقن الطلاب بقية الأعداد في جدول الضرب باستخدام استراتيجية الرياضيات الخالية من الأخطاء، فإنهم سيستمتعون في شطب الأعداد كلها من جداولهم؛ لذا ذكّرهم بأن أدمغتهم لا تزال بحاجة إلى التمرّن، تماماً كالعضلات لتبقى سليمة. ووضّح لهم أيضاً بأن الشبكة العصبية الجديدة تحتاج إلى تنشيط بصورة دورية؛ كي تبقى قوية، مثل شحن الهاتف الخلوي حتى يستمر في العمل.

وعندما تصبح هذه الحقائق لدى طلابك تلقائية، ويحلون المسائل دون أن يقضوا وقتاً في حساب عملية الضرب، فذكّرهم بأن جهودهم آتت أكلها، وأصبح لديهم الآن القوة الذهنية التي يحتاجون إليها لحل العديد من المسائل الجديدة التي تتطلب هذه المعلومات الأساسية، ومنها المسائل التي تتضمن القسمة والكسور الاعتيادية والكسور العشرية.

✣ استراتيجية: فهم الكلمات التلميحية

يتعيـن علـى الطلاب أن يعرفـوا الرمـوز الرياضية الأساسيـة قبل إجراء العمليـة الحسابية. ولما كان كثير من الكلمـات تستخدم في الإشارة إلى الرموز الأساسيـة خاصة في المسائل النصية، فإن الطلاب يمكن أن يحتفظوا بجداول

فردية وجماعية للصف كله، تتضمن الكلمات التي تمثّلها إشارات **الضرب والقسمة والجمع والطرح والتساوي والنسبة.**

وفي النهاية، سيواجه الطلاب أكثر من معنى لعبارات الكلمات التلميحية، مثل: «كم حبة زبيب يمكن أن يحصل عليها كل طلاب؟». فكلمة «كم» يمكن أن تكون تلميحاً لعملية القسمة أو الجمع أو الطرح. لذا أخبر الطلاب مسبقاً بأن الكلمات التلميحية ليست قواعد في حدّ ذاتها، وأنه لا يمكنهم أن يغلقوا عقولهم ويستخدموا تلقائيًّا إشارة الجمع بدلاً من هذه الكلمة في كل مرة يرون فيها «كم» أو يسمعونها. لذا فمن المفيد كتابة أمثلة على الكلمات التلميحية جميعها التي يمكن أن ترد في العبارات والحسابات والرموز. والأمثلة الآتية مفيدة بصورة خاصة للكلمات التلميحية التي تحمل أكثر من معنى:

الجمع: اجمع، زائد، مجموع، كلي، معاً، زاد بـ، نمّا، اكتسب، مجموعه، يضم، تضاف إلى (مثل «3 تضاف إلى 7 تصبح 10»)، ضع معاً، في المجموع.

الطرح: ناقص، الأخذ من، الفرق، أقل من، من، احذف، اطرح، يعطي، يبيع، يخسر، تقل عن، تنقص عن، الفرق بين.

الضرب: حاصل ضرب، عدد مرات، ضعفين (ثلاثة أضعاف، إلخ). بعض المسائل تزودنا بمعطيات عن شيء واحد، وتطلب إيجاد القيم الكلية (وينطبق ذلك عندما نتعامل أيضاً مع ضرب الكسور الاعتيادية).

القسمة: قسمة، النسبة المئوية لـ، لكل، نسبة، تقسيم، تجزئة إلى، مقطوعة إلى، مقسوماً، توزيع بالتساوي. بعض المسائل تزودنا بمعطيات عن أشياء عدة، وتطلب إيجاد مجهول واحد.

يساوي: يبلغ، هو، يبلغ في مجموعه.

✣ استراتيجية: استخدم الآلات الحاسبة والجداول

إن للذاكرة العاملة كما نعرف، قدرة تخزين محدودة. والذاكرة العاملة هي الذاكـرة التي تستخدمها عندما تبقي الأرقام فـي ذهنك عند حساب مسألة ما ذهنيًّا، مثل 83 − 17 أو 14 × 11. ولكلٍّ منا قدرة محدودة مختلفة بالنسبة لكمية المعلومات التي يمكن أن تحملها الذاكرة العاملة عندما نجري عملية حسابية ما. ولا يحتاج الطلاب إلى حفظ الحقائق الأساسية جميعها قبل أن يفهموا المفاهيم الأساسية؛ براسفورد، براون، كوكينـج (Bransford, Brown, & Cocking, 2000).

فكّر كيف يمكنك أن تقلّل من المعيقات (دون أن تلغيها تماماً) لدى الطلاب الذين لم يتقنوا عمليات الضرب، غير أن لديهم الاستعداد لكي يتقدموا مع بقية الصـف، ويتعلموا دروس القسمة. وفي هذه الحالة، فإن حساب عمليات الضرب قد يؤخّرهم، وقد يصابون بالإحباط أو لا تكون لديهم الذاكرة العاملة كي يجروا عملية الضرب بتأنٍّ عندمـا يتعلمون مفهوم القسمة الطويلة وإجراءاتها. فمثلاً، إذا أُعطي الطالب مسألة القسمة الطويلة هذه 428 ÷ 7، فقد يقضي هذا الطالب الـذي لا يتقـن عملية الضرب، خمس دقائق وهو يضيف عمـوداً يتكوّن من سبعة أسداس في كل مرة، ويجد أن 7 × 6 = 42. وفي الوقت الذي ينتهي فيه من هذه الخطـوة، سيكـون بقية الصف مشغوليـن في الخطوة الثالثة مـن المسألة، ولن يتمكن هذا الطالب من اللحاق بهم. ومن المحبط للطلاب عندما يتعلمون عملية جديـدة أنّهم يتخلفون عن أقرانهم؛ لوجود ضعف لديهم في العمليات الحسابية الأساسية. لذا، عندما تعرض مفهوماً جديداً يعتمد على الأتمتة التأسيسية، فإن الآلات الحاسبة أو جداول الضرب ستكون أدوات دعم منطقية.

يمكن أن يستخدم الطلاب الآلات الحاسبة أو جداول الضرب الملصقة في دفاترهم أو على أدراجهم عندما يتمرّنون على القسمة الطويلة. وسوف يستمرون فـي التمرّن وحل الواجبـات المنزلية التي تؤسّس لديهـم الأتمتة (التلقائية) في

عمليات الضرب، دون أن تلغي تحسّنهم في اكتساب مهارة جديدة (مثل: القسمة) مع الصف. إن المكافأة الذاتية في استيعاب المفهوم الجديد مع زملائهم تساعد هؤلاء الطلاب على توليد الدافعية لديهم، للاستمرار في تأسيسهم المهارات التي يفتقدونها بدلاً من أن يزدادوا تراجعاً مما يزيد من الشعور السلبي لديهم تجاه الرياضيات.

وهناك دراسة حول استخدام الآلة الحاسبة في زيادة تحصيل الطلاب ومواقفهم الإيجابية تجاه الرياضيات، فقد وجد الباحثون أن فرص اندماج الطلاب دون الآلات الحاسبة ستكون أقل ما يمكن، وسيستخدمون فعليًّا ما يتعلمونه بطريقة مجدية، وسيشعرون دائماً بأنهم يحاولون اللحاق ببقية زملائهم بدلاً من مواكبتهم. لذا أوصى الباحثون باستخدام الآلة الحاسبة عندما يثير استخدامها الدافعية لتعلم الرياضيات وليس النفور منها؛ لأن استخدامها سيكون منطقيًّا. وباستطاعة الطلاب، بل يتعين عليهم، أن يطوروا نقاط الضعف لديهم في مهارات الحساب التي تجعلهم بحاجة إلى الآلة الحاسبة، ولكن سدّ الثغرات لدى الطلاب في المهارات أفضل من زيادة نفورهم منها؛ هيمبري، ديسار (Hembree & Dessart, 1986).

قد تكون جداول الضرب فعّالة لدى الطلاب الذين يتمتعون بمهارات العلاقات المكانية والتتبّع البصري. فالطلاب الذين يستجيبون للتسلسل البصري في إدخال الأرقام ورؤيتها على شاشة الآلة الحاسبة، يستفيدون من التسلسل البصري- المكاني لإدخال الرقم 4، ثم 6 ، ومن ثم رؤية الناتج 24. ومن المفيد أن تطلب إلى الطلاب أن يجرّبوا كلا الخيارين، وتتابع مدى تحسّنهم في عمليات الضرب لترى هل تحسّنت ذاكرتهم مع تسلسل الأرقام على شاشة الآلة الحاسبة، أو مع النمط الثابت لجداول الضرب.

✣ استراتيجية: بناء الاعتماد على الذات

إذا كان طلابك يعانون من القلق لأن إجاباتهم في أوراق العمل غير صحيحة، ويريدون التأكد من كل مسألة قبل أن يتابعوا، أو إذا كانوا يصرّحون بصوت عالٍ «لا أفهـم» قبل أن تنتهي من الشرح أو المثال، فكيف تتعامل معهم؟ يحتاج هؤلاء الطـلاب إلـى بناء الاعتماد على الـذات والثقة بدلاً من اليأس مـن التعلم. لذا، فمـن المفيد أن يكـون لديك مجموعة من الخطط يتبعها الطلاب قبل أن يطلبوا المساعدة.

ولتشجيـع هـذا النوع مـن الاستقلالية في الصف، أطلـب إلى طلابي قبل أن يطلبـوا المساعدة أن يجـدوا أولاً: مثالاً محلولاً في كتابهم أو دفاترهم شبيهاً بالمسألـة التي يحلونها، وثانياً: عليهم أن يقرؤوا المثال بدقة، ويتبعوا الخطوات كـي يستطيعوا شرحها بكلماتهـم الخاصة. وغالباً ما يكونـون قادرين على ربط العملية بالمسألة الجديدة بمساعدة قليلة مني. لذا إذا اتبع الطلاب هذه الطريقة فسيصبح كثير منهم قادرين على الاعتماد على ذواتهم، وتزداد ثقتهم بقدراتهم الرياضية جنباً إلى جنب مع مهاراتهم.

وإذا أصبـح طلاب ما غير واثق من مهاراته في الرياضيات بسبب خبراته السلبية في المدرسة سابقاً، فقد يكون من الصعب منعه من طلب المساعدة قبل أن يحـاول حل مسألة محيّرة وحـده. وعندما يحدث ذلك، فكن مطمئنًّا له وغير ناقـد عندما تذكّره بأنك واثق من أنه يعرف ماذا ستقترح عليه. وفي العادة، إن الطالـب الذي يحصل على الثقة من جراء دعمـك له، ستكون عملية البحث عن مسألـة مشابهة في الكتاب أو الدفتر أو واجـب منزلي سابق كافية ليثابر وحده، ويكسب المكافـأة الذاتية المرتبطة بها. إنها حقًّا إحـدى أكثر تجارب التدريس المجزية، وهي رؤية طلاب يصل إلى لحظة «آهاً!» التي تصاحب النقلة النوعية من العبارة المتوقعة «لا أفهم» إلى «لقد فعلتها! وجدت مثالاً، واستنتجتُ الحل وحدي!».

تدعم الاستراتيجيات جميعها التي شرحناها في هذا الفصل العمل الفعلي للمرونة العصبية، لذا ذكّر الطلاب بإيمانك العميق بقدرة أدمغتهم على أن تتغيّر وتصبح أقـوى. ومن أفضل الأمور المتعلقة باستخدام الاستراتيجيات المرتبطة بأبحاث الدماغ هو أن الطلاب يستمتعون بالتعلم، ويكتسبون التمكين فيستطيعون إدراك التغيرات في أدمغتهم كلما اكتسبوا المعرفة، وصحّحوا الأخطاء، وشاركوا وثابروا.

لذا، لا تتردد في تكرار وصف المرونة العصبية، خاصة عندما يشعر الطلاب بالتوتر حيال مهارة يعتقدون أنها ليست ضمن قدراتهم ولن تكون، وذكّرهم بأن دورة الخلايا العصبية تنشط لديهم في كل مرة يراجعون فيها أو يكرّرون معلومة أو نشاطاً. وعزّز لديهم الفهم بأنهم في كل مرة يفعّلون فيها دورة عصبية ما (لأنهم يستدعونهـا إلى الذاكرة النشطة، مثلاً في حـل مسألة، أو الإجابة عن سؤال، أو التمـرّن على لعب الرياضة أو الطباعة)، فإن التدفق الكهربائي الجاري في هذه الدورة يوعز إلى الدماغ بتقوية هذه الدورة.

إن تشجيعك الطلاب، بالإضافة إلى علم الأعصاب المتضمن في دليلك إلى الدمـاغ في الملحق ب، سيستمـران في مساعدتهم على إدراك أن لديهم القدرة على تغيير أدمغتهم، وجعلها تتذكر لمدة أطول وبصورة أقوى، وبناء المهارات من خـلال التمرّن، وكذلك بناء بنوك الذاكـرة لديهم من خلال المراجعة. ويمكنك أيضاً أن تضع شعاراً للصف مفاده أن **التمرين يصنع الديمومة** حتى يتذكّر طلابك مراراً وتكراراً أنه من خلال بذل الجهد يمكنهم النجاح؛ لأن لديهم القدرة على تغيير أدمغتهم وذكائهم.

الفصل السادس

استثر دافعية طلابك جميعهم

«قلم رصاص وحلم سيأخذانك إلى أيّ مكان».

جويس مايرز- سيدة أعمال أمريكية

أنت صبور، وتشجع الطلاب، وتوفر لهم الوقت في الحصة وخارجها لمساعدتهم، وتضع أنشطة متباينة للتحدي القابل للتحقيق، ومع ذلك لا يزال بعض الطلاب يردّدون الشكاوى نفسها التي نسمعها كل سنة، من أن «الرياضيات أسوأ المواد لديّ»، وكذلك «أنا أعرف هذا. ألا يمكننا أن نتعلم شيئاً جديدًا هذه السنة؟»

لأن كلمة **ممل** من أكثر الكلمات الشائعة التي يستخدمها الطلاب في وصف شعورهم بالإحباط تجاه الرياضيات، فمن المفيد أن نفكّر ماذا تعني بالنسبة للطلاب؛ حيث إن للملل أو النفور قوة تؤدي ليس فقط إلى عدم الاستمتاع بمادة دراسية ما، بل قد تؤدي إلى ترك المدرسة كليًّا.

وعلى الصعيد الوطني، ينسحب 50 في المئة من طلاب المرحلة الثانوية في أكبر مدن الولايات المتحدة انسحابا كليًّا بترك المدرسة، وهي أعلى نسبة تشهدها البلاد، وهي المرة الأولى منذ إنشاء المدارس الحكومية تكون فيها نسبة تخرج الآباء من الثانوية العامة هي على الأرجح، أكثر من نسبة تخرج أبنائهم من هذه المرحلة، والولايات المتحدة الأمريكية هي الدولة الصناعية الوحيدة في العالم التي توجد فيها هذه الحالة. وعلى الرغم من أن اكثيراً من الطلاب لا يتركون المدرسة كليًّا، ولكنهم ينسحبون من خلال التغيب المستمر، والسلوك التخريبي، وعدم الاستعداد للامتحانات والواجبات المنزلية على نحوٍ

كافٍ (منظمة التعاون والتطويـر الاقتصادي، 2004). وقد وجدت دراسة أخرى أن الرسوب في الرياضيات بدءاً من الصف السادس والحصول على علامة غير مرضيــة للسلوك في مادة واحــدة على الأقل، قبل المرحلة الثانوية هما مؤشران مــن أكبر أربعة مؤشرات على ترك الثانويــة. وفي الواقع، فقد ترك 75 في المئة من الطلاب الذين حصلوا على هذين المؤشرين (الرسوب في الرياضيات ومادة أخــرى) منذ أن كانوا في الصــف السادس في المدرسة الثانوية ؛ نيلد، بالفانز، هيرزوغ (Neild, Balfanz & Herzog, 2007). إن علاقة الرسوب بالرياضيات والسلــوك غير المرضي هي نتيجة طبيعية لــردة فعل المقاومة/ الهروب/ الفتور للدماغ على السلبية تجاه الرياضيات.

ومن المفاجئ أن صعوبة المحتوى الأكاديمي هي ليست السبب الذي يجعل الطلاب يتركــون المدرسة؛ ففي سنة 2006، شــارك 81,499 تلميذاً من الصف التاســع وحتــى الثاني عشر من 26 ولايــة في استبانة حــول الأسباب التي جعلت الطــلاب يتركون المدرسة. فقال 27 في المئة منهم فقط إنهم يفكرون في ترك المدرسة؛ لأن العمل المطلوب منهم كان صعباً للغاية، في حين قال معظمهم إن السبب الذي يجعلهم يفكرون في ترك المدرسة هو أنها مملة. فماذا يعني الذين استطلعــت آراؤهم بكلمة «مملة»؟ السبب الذي عبّر به 74 في المئة عن شعورهم بالملل في الصف هو أن «المادة ليست مثيرة للاهتمام»، وقال 39 في المئة منهم إن «المادة لا تعني لي شيئاً». وهنـاك أمر آخر مهم هو مستوى التفاعل بين المعلم والطالب، فقد عزا 31 في المئة من الطلاب سبب مللهم إلى «عدم وجود تفاعل بينهم وبين المعلمين»؛ يازي–مينتز (Yazzie–Mintz, 2007).

إننــا نجاهد لنحفّز الطلاب إلى النجاح في الرياضيات، وتحسين مهارات التفكيــر والتحليل الممتدة المرتبطة بالمعرفــة المفاهيمية الحقيقية لديهم في الرياضيات. وللتحفيز فوائد أخرى للطلاب، فضلاً عن منعهم من ترك المدرسة؛

إذ إن الطلاب الذين يمتلكون الدافعية سيكونون أكثر استجابة وأقل احتمالاً لوجود «مشكلات سلوكية» لديهم، فالسلبية تجاه الرياضيات، على نحو ما ذكرنا سابقاً، مرتبطة بالسلوك التفاعلي المقاومة/ الهروب/ الفتور. وعليه، فإن تدخّلك قد يسهم في زيادة انتباه الطلاب وموقفهم الإيجابي تجاه الرياضيات بدلاً من السلبية.

وسنبدأ الاستراتيجيات في هذا الفصل بالتركيز على جذب الخيال الجمعي والانتباه لدى طلابك، وهي تماماً ما يتطلبه إيصال المعلومات إلى قشرة الدماغ الأمامية بدلاً من إيصالها إلى منطقة المقاومة/ الهروب/ الفتور للدماغ السفلي. ومن ثم سنبحث في استراتيجيات أخرى للحفاظ على هذا الانتباه، وبناء الذاكرة العاملة من خلال تخفيف التوتر وزيادة العواطف الإيجابية.

استثر دافعية الطلاب من خلال المشاركة الفعالة

إن معرفتك باهتمامات طلابك ومستوى الخلفية النظرية لديهم تساعدك على ابتكار دروس تتمتع بالمدخلات الحسية التي ستُختار على الأرجح من قبل النظام الشبكي المنشّط (RAS). ولأن هذا النظام RAS يستجيب إيجابيًّا للمدخلات الحسية التي يتوقع أنها تزيد من عوامل البقاء، وتسبب مشاعر ممتعة، وينتج عنها تحقيق

المادة الرمادية 

النظام الشبكي المنشّط (RAS)

تدخل المعلومات كافة إلى الدماغ على صورة مدخلات حسيّة، ويتعين أن تدخل هذه المدخلات من خلال النظام الشبكي المنشط، وهو أكثر مرشحات الدماغ بدائية، لإدخال المعلومات إلى مناطق معالجتها. إذ يوجد في كل ثانية مليارات من المعلومات الحسية الدقيقة من صوت وضوء ولون ورائحة ولمس ووضع العضلات والأعضاء الداخلية، ولكن لا يدخل منها إلى النظام الشبكي المنشط سوى بضعة آلاف في كل

ثانية؛ لورانس، روس، هوفمان، غرافون، شتاين (Lawrence, Ross, Hoffman, Garavan, & Stein, 2003).

ولولا مرشح النظام الشبكي المنشط، فإن جهازنا العصبي سُيثقل بالمدخلات. وبـدلاً من ذلك، فإن هذا النظام—وتتبعـه اللوزة العصبية—يسمح للدماغ بأن يحددّ الأولويـات، ويختار ما يكفي من المدخـلات ليسمح لها بالنفاذ إلى إدراكنا؛ حيث إن اختيارات النظام الشبكي المنشط تحدّد ما الذي يجب أن يعمل عليه الدماغ المفكّر فـي المستوى الواعي. فإذا لم يختر هذا المرشـح البدائي المعلومات التي يتضمّنها درسك، فلن تكون هناك أي فرصة «لتعلّمها».

ففي الحيوانات، وكذلك في البشر، يركز النظام الشبكي المنشط على التغيرات التـي تحدث في البيئـة المحيطة، وينبّه الدمـاغ بصورة انتقائية، علـى الأصوات أو المناظـر أو الروائح الجديدة التي يمكـن أن تشير إلى وجود أخطار أو فرص للمتعة. وهـذه الاختيـارات هي التي تسمـح للحيوانات بالبقاء على قيد الحيـاة (يعد الطعام والماء والأماكن الآمنة أموراً ممتعة) وتكاثرها (تُختار المدخلات الحسية التي تشير إلى احتمال وجود زوج بسبب ارتباطها بمتعة التجربة الجنسية). إن النظام الشبكي المنشط لدينا غير متطور كثيراً كما في الثدييات؛ فهو لا يزال ضمن التحذير الأولي للخطـر المحتمل. وعندما يقرّر هذا النظام بأنه لم تحدث أي تغييرات تتطلب ردات فعل دفاعية فورية (المقاومة/ الهروب/ الفتور)، فإنه عندئذٍ يختار المدخلات الحسية التي تتعلق بالتغيّرات المرتبطة بالتجارب الممتعة السابقة.

وتؤثر استجابة النظام الشبكي المنشط للمدخلات الحسية في سرعة المعلومات ومحتواها ونوعهـا التي تدخل إلى مناطق التفكير عالي المستوى في الدماغ. إن هذا النظام هـو المفتاح الذي يوقظ أو يثير مستوى قابليـة الدماغ لاستقبال المدخلات. فعلـى سبيل المثال، أظهرت صور التصوير المقطعي بالإصدار البوزيتروني (PET) نشاطاً متزايداً في النظام الشبكي المنشط عندما تغيّر الأفراد من حالة الاسترخاء إلى المهام التي تتطلب الانتباه؛ كينوميورا، لارسون، غولياس، رولاند (Kinomura, Larsson, Gulyas, & Roland, 1996).

وتظهر الأبحاث المعرفية أن ثمة علاقة بين الذكاء وقدرة الدماغ على اختيار أنماط المعلومات التي يسمح لها بالدخول خلال النظام الشبكي المنشط. وتختلف قدرات الطلاب على المنع الفعال للمدخلات الحسية التي لا تتعلق بالمهمة المطلوبة؛ ففي إحدى الدراسات، ظهر أن الأطفال الذين يتمتعون بمستوى عالٍ من الذكاء كانوا أكثر قدرة على مطابقة المعلومات بأهداف المهمة، وأكثر كفاية في استبعاد المعلومات التي لا تتعلق بالمهمة مقارنة بالمجموعة الضابطة «الطلاب العاديين»، مما يشير إلى أن النظام الشبكي المنشط للأطفال «أصحاب الذكاء عالي المستوى» اختار المدخلات بكفاية أكثر من الطلاب العاديين بناءً على الهدف أو المهمة المطلوبة؛ فينيو، كيسي، بورس (Vigneua, Caissie, & Bors, 2006).

الأهداف المرغوبة الآنية، فإن استخدام الاستراتيجيات التي تحفز استجابة «أنا هنا الآن» تزيد من احتمال أن يختار مرشح الدماغ البدائي هذه المعلومات التي تريد إيصالها إلى أدمغة طلابك.

ولمّا كان النظام الشبكي المنشط يبحث أيضاً عن التغيرات في بيئة التعلم، فإن عاملي المفاجأة والتجديد يمكن أن يكونا أداتين فعالتين في الصف لتعزيز الانتباه لدى الطلاب. لذا يمكن دمج التجديد في الدروس من خلال التنويع في الإثارة الحسية (نغمة الصوت أو جهوريّته أو إيقاعه)، والإشارات أو التغيرات البصرية كاللون والحركة، أو أي تغيرات حسيّة أو حركية. ويمكن أن تجلب هذه الإشارات جميعها الانتباه إلى ما ترغب في أن يراه طلابك ويسمعوه. ويجب أن يختار النظام الشبكي المنشط المدخلات الحسية التي تستخدمها بوصفها أكثر متعة من الأصوات القادمة من ملعب المدرسة، أو من حديث جانبي مع الزميل في المقعد المجاور. وهذه منافسة قوية جدًّا عندما تكون وظيفتك تدريس القسمة الطويلة.

❖ استراتيجية: أشرك الطلاب من خلال تحفيز النظام الشبكي المنشط

يجـذب التجديد والتغيير والمفاجأة انتباه الطـلاب، ويمكن أن تعزز هذه الأمور غير المتوقعة حالة الدافعية لديهم؛ هنكن (Hunkin et al., 2002). وإن إخبار الطلاب بأن عليهم أن يتعلموا الرياضيات لينجحوا في الامتحانات–أو حتى لأنهم يحتاجون إلى معرفتها لضمان نجاحهم في المستقبل–ليست مدخلات حسّية قيّمة يختارها النظام الشبكي المنشط. وهذه المعلومات وحدها ليست من ضمن استراتيجية «أنا هنا الآن» التي يربطها النظام بالبقاء على قيد الحياة أو بالمتعة.

إن الذي **سيعمل** على إدراج النظام RAS في البداية هي أمور تتضمن التجديد أو التغييـر أو تثيـر الفضول أو ترتبط بالمتعة. ويمكنـك جذب انتباه طلابك من خلال الحركة أو اللون أو الموسيقى أو الإعلان أو الأحداث المتناقضة أو أمور لا يمكـن توقّعها (كأن تمشي داخل الصف بطريقـة عكسية إلى الوراء قبل أن تبدأ درساً عن الأعداد السالبة).

إن المعرفة بأن التجديد هو محفز كبير للنظام الشبكي المنشط، سيجعلنا نستنتج **منطقيًّا** من الناحية العصبية إذا كانت المدخلات الحسية الجديدة غير كافيـة لتنبيـه النظام–كالدروس التي تُقدّم ببطء شديـد للطلاب الذين لديهم معلومات مسبقاً عنها– فإنها لن تجذب انتباههم. إن تفريد التعليم الذي يأخذ فـي الحسبان المستويات المختلفة للتحدي القابل للتحقيق، قد أصبح مهمًّا هنا مـرة أخـرى. فعلى سبيل المثال، عندما يكون بعضـ الطلاب على معرفة سابقة بالمحتـوى ويغلق النظـام الشبكي المنشط الخاص بهم، فقـد تفوتهم معلومات هـي في الواقع جديدة ومهمة عند تقديمها إليهـم. وهذه دروس تتطلب أن تكون مجـرّأة إلى أجـزاء قصيرة عند تدريس المعرفة التأسيسيـة (والتي تعرف أنها «مملـة» لبعض الطلاب)، ولكنها قـد تتضمن لاحقاً معلومـات جديدة لا يعرفها

هــؤلاء الطلاب.لذا خطّط مسبقاً لكلمات تلميحية متفق عليها (فمثلاً، ضع قبّعة على رأسك، اكتب بلون خاص)، أو كلمات رمزية لتنبيه النظام الشبكي المنشط لهؤلاء الطلاب ليستعيدوا الانتباه عندما تسعى إلى إيصال معلومات جديدة ومهمة في الدرس إليهم.

وفيما يأتي أمثلة إضافية على كيفية تعلم معلومات جديدة:

صوت المتحدث: جرّب التحدث بلهجة جديدة أو بإيقاع مختلف.

لحظات الصمت المثيرة: التوقف عن الحديث بطريقة درامية قبل أن تقول شيئاً مهمًّا لجلب انتباه الطلاب عمّا ستقوله بعد ذلك أو ستفعله.

ترتيب الكلمات: ابدأ الجمل بترتيب غير مألوف للكلمات. فعلى سبيل المثال، ابــدأ الدرس عن ترتيب العمليــات الرياضية بقولك: «فكّر فيمــا ستفعله عندما تحل المسائل الرياضية». ووسّع هذه الإثارة لدى الطلاب من خلال كتابة مسألة يحتاجون فيها إلى معرفة ترتيب العمليات الرياضية للوصول إلى الحل الصحيح، مثل: $80 - 20 \times 3 =$ ____. سيكتب بعض الطلاب الإجابة: 180، في حين سيجيب آخرون بطريقة صحيحة بأن يبدؤوا بعملية الضرب أولاً فيجدوا أن الجواب هو 20. ونظراً إلى اختلاف الإجابات تماماً؛ لذا، فإن الطلاب يريدون الآن **معرفة ما الذي تريد أن تعلّمهم إياه**، ومن الأرجح أنهم جميعاً واثقون بأن إجاباتهم صحيحة.

الألـوان لإضفاء التجديـد والتباين: اكتب النقاط الرئيسة بألوان تدلّ على أهميتها، واطلب إلى الطلاب أن يكتبوا هذه الألوان نفسها في دفاترهم باستخدام أقلام الرصاص أو الحبر. فإذا اخترت اللون الأخضر والأصفر والأحمر لإظهار زيــادة أهمية اللون، فبإمكانك أن تضــع صورة لإشارة المرور في الصف لتذكير الطــلاب بالنظام. وسيؤدي تغيير الألوان ليس إلى زيــادة انتباه النظام الشبكي المنشط فحسب، بل إلى الحركة التي ستحدث داخل الصف عندما يلتقط الطلاب

أقلامهم الجديدة مما سيؤدي إلى تركيز انتباه الطلاب الذين تشتت تفكيرهم. وسيكـون لدى الطلاب أيضـاً إشارات تدل على الأهمية عندمـا يدرسون المادة ويريـدون معرفة المعلومات الناقصة المتعلقة بالكلمات التي كتبوها بألوان دالّة على الأهمية.

الخط: يمكن أن ينعش التغيير في نوع الخط (بما في ذلك اللون) التركيز على أداء الامتحانات وأوراق العمل.

قبّعـة التفكير: ارتدِ قبّعة خاصة عند تدريـس النقاط المهمة في الدرس، وحركها إلى اليمين، ومن ثم إلى الخلف كي تشير إلى الأهمية الأكثر فالأكثر.

سمـاع أغنية: عندما يدخل الطلاب إلى الصف، أسمعهم أغنية لها علاقة بالدرس، وتحدّهم أن يعرفوا العلاقة بين الأغنية والدرس. فإنهم سوف يستمعون إلى الدرس باهتمام أكثر، لمعرفة العلاقة بينهما.

تلميحات باللباس: ارتدِ ملابس عليها رسوم هندسية عند إعطاء الدروس المتعلقة بالأشكال.

إثـارة الدافعيـة بالتخمين: امـلأ كأساً بالماء حتى تفيضـ، وأعطِ مسائل تتضمن أرقاماً كبيرة جداً في الواجب المنزلي، ودع الطلاب يتأخروا عند الذهاب لفترة الاستراحة. وعندما يستفسر الطلاب عن هذه التصرفات أجبهم بأنك لم تخمّن قبل التخطيط لها.

النعناع: ضع أوراق نعناع على كل درج قبل أن يدخل الطلاب، دون أن تخبرهم بالسبـب، بل تحدّهـم أن يكتبوا أفكارهم حول علاقة النعنـاع بالدرس في أثناء سيـر الحصة. يمكنك أن تجد العلاقة بيـن النعناع وأي درس تقريباً (كأن يكون موضوع الدرس يبدأ بحرف **النون** مثل النسبة ونصف القطر، أو نشاط حول عملية

الجمع أو الطرح)، عندما يضيف الطلاب أو يزيلون أوراق النعناع للحصول على المجموع أو الفرق.

✣ استراتيجية: عزّز التحدي القابل للتحقيق من خلال «الأرقام الصديقة»

يستمتع معظم الأطفال بالتحدي القابل للتحقيق في ألعاب الفيديو، ويندهشون عندما يرون شخصاً يقوم بالعمليات الحسابية بسرعة الآلة الحاسبة. ومثال ذلك الوحدة الدراسية عن «الأرقام الصديقة»، مثل إجراء عملية الجمع الآتية ذهنيًّا 23 + 27 بتغيير الأرقام إلى 20 + 30 للحصول على الناتج 50. ويمكنك كتابة المسألة على السبورة، في حين يستخدم الطلاب الآلة الحاسبة لمعرفة الإجابة. وفي الوقت الذي يُدخل الطلاب الأرقام في الآلة أعلن عن الإجابة قبل أن تظهر لهم على شاشة الآلة الحاسبة. ولكي تثبت لهم بأنك لم تحفظ هذه المسألة، يمكنك إعطاؤهم مجموعة من المسائل تتضمن الأرقام الصديقة، ويأخذ كل منهم دوراً في اختيار مسألة لتحلّها أنت ذهنيًّا في الوقت الذي يستخدم فيه الطلاب الآلة الحاسبة. وبعد الدرس، يمكن أن يكمل الطلاب حل بقية المسائل في ورقة العمل في غرفة الصف، أو على أنها واجب منزلي.

وستثير الدافعية لدى الطلاب ليعرفوا كيف يمكنك معرفة الإجابة بهذه السرعة.إذ إن أدمغتهم البسيطة تشعر بالفضول، مما يؤدي إلى شعورهم **بالرغبة في تعلم ما يجب أن تدرّسهم إياه.**

المادة الرمادية



التجديد والتركيز اليقظ

أجريت تجربة لتقويم أثر التجديد في الانتباه، فعُرضت على الخاضعين للاختبار مجموعة متنوعة من الصور متبوعة بسلسلة من الكلمات ليصنّفوها بناء على المعنى. وفي اليوم التالي، شاهدت إحدى المجموعات صوراً جديدة، في حين شاهدت المجموعة الضابطة صوراً مألوفة. ثم طلب إلى كل مجموعة أن يذكروا ما يستطيعون من الكلمات من قائمة اليوم السابق. وكان التذكّر لدى المجموعة التي شاهدت صوراً جديدة أفضل على نحوٍ ملحوظ. وبناءً على رأي فريق البحث، بدا أن التجديد يعمل على تعزيز الانتباه والذاكرة. واقترح الفريق لتحسين الذاكرة أنه يتعين بدء الدروس بمعلومات جديدة مذهلة قبل الانتقال إلى درس جديد؛ أريكسون، شولتز (Eriksen & Schultz, 1979).

استراتيجية: حبّ الاستطلاع والحَدْس الإيجابي

فضلاً عن فتح النظام الشبكي المنشط للمدخلات الجديدة، فإن الدروس التي يتخلّلها، الحدس الإيجابي وحب الاستطلاع وروابط واضحة بتجارب إيجابية سابقة، تزيد أيضاً من التركيز والذاكرة ومستويات الدوبامين للمتعة. ولتحقيق ذلك، هناك بعض الطرائق التي تستخدم أساليب الإعلانات، والأحداث المتناقضة، والنتائج الحسابية المذهلة.

الملصقات: استثر حبّ الاستطلاع حول درس قادم من خلال ملصقات تتضمن تلميحات عن الموضوع، بوصفه نوعاً من الإعلان عن «مشكلة عسيرة». ويمكن أن يدوّن الطلاب توقعاتهم، وسيدخلون إلى الصف وهم يعتريهم حب الاستطلاع كل يوم لمشاهدة إضافة تلميحات أخرى. فمثلاً، يمكن الإعلان عن درس الكسور الاعتيادية بإعطاء تلميحات تعبّر عنها بوساطة صور لذراع ملفوفة

بالجبس في اليوم الأول، وصورة أشعة لذراع مكسورة بعد أيام عدة، تتبعها ورقة موسيقيــة فيها ألحان كاملة وأنصاف ألحان، وأخيراً صور لأدراج رُتّبت بطريقة جديدة (نصفها على أحد جوانب الغرفة، وربعها في قسم ثانٍ من الغرفة، وثُمنان منها في قسم ثالث).

الأحداث المتناقضة: ابدأ الدرس أو الوحدة بعرضٍ له نتيجة غير متوقعة، أو بجملة تخالف الحدس الأول للطلاب؛ مما سيجلب انتباههم من خلال إحداث **تنافر معرفي**، وستلاحظ أدمغتهم تناقضاً بين ما يرونه ويسمعونه وما يبدو منطقيًّا بالنسبة لهم. ونتيجة لرغبة الطلاب في استيضاح التنافر–بين ما يعتقدون أنهم يعرفونــه والمعلومات التي لا يبدو أنها متطابقة مع معرفتهم السابقة– يمكن أن تأتــي الحماســة للانتقال إلى مستــوى جديد أعلى من الفهــم. وفيما يأتي بعض الأمثلة على الأحداث المتناقضة التي لها قيمة تعليمية:

الحجم: اطلــب إلى الطــلاب أن يملؤوا أوعية رفيعة طيلــة بالماء أو حبات الفاصوليا، ثم يخمنوا إذا كان سيملىء الماء وعاء أقصر (له الحجم نفسه). إن مشاهدة إناء طويل ورفيع يتسع للحجم نفسه من الماء الذي يتسعه طبق عريض مسطح، يثير حب الاستطلاع الذي يولّد الاهتمام بفكرة الحجم. إنك تقدّم تحديًّا محيّراً ومثيراً للاهتمام، وتحفّز التركيز عندما تخبر الطلاب بأنهم سيصبحون قادرين علــى تفسير ما شاهدوه عندما يتعلّمون المفاهيــم والعمليات الرياضية في درس اليوم.

المضاعفات: اسأل الطلاب السؤال التالي: هل تفضّل أن تحصل على قرش على أن يتضاعف كل أسبوع بدءاً من الآن، أو تحصل كل أسبوع على دينار طوال عمرك؟

الكسور الاعتيادية: اطلب إلى الطلاب أن يخمّنوا أيّهما أكبر: نصف ربع قطعة البيتزا أم ربع نصف قطعة البيتزا؟ عندما تخبرهم بعد ذلك بأن كلتا الكميتين متساويتان، فبإمكانك أن تربط فضولهم بدرس يتعلق بضرب الكسور.

الحجم والكتلة: كم عدد كرات القطن التي يمكن أن تتسعها جرة زجاجية مملوءة بالماء حتى الحافّة دون أن يفيض الماء؟ ولمّا كان الطلاب لا يدركون أن معظم حجم كرات القطن هواء، فإن الجرة سوف تتسع لأكثر مما يتوقّعونه.

النسبة والتناسب: فيم نتشابه نحن؟ وما نسبة طولك إلى محيط رأسك مقارنة بنسب القياسات نفسها عند زملائك؟ يمكنك أن تستخدم هذه الأسئلة لعرض مفهوم «النسبة الذهبية».

استخدام الرسم البياني في التوقعات: قبل أن تبدأ الدرس المتعلق برسم المحور السيني أو الصادي لتخمين اتجّاه أو معدّل، اطلب إلى الطلاب معرفة عدد قطرات الماء التي يتسعها سطح قطعة نقدية قبل أن ينسكب الماء من على حافته. وسيكون الرقم أكبر من توقّعاتهم؛ لأن التوتر السطحي سيسمح بتشكّل قبة. واطلب إليهم أن يشاهدوا عدد القطرات التي تتّسع لها قطعة نقدية من فئة الربع، ويضعوا النتائج على رسم بياني ليخمّنوا عدد القطرات التي ستتسع لها قطعة نقدية من فئة النصف.

المحيط: باستخدام جهاز عرض الشرائح، اسأل الطلاب: ماذا سيحدث إذا وضعت قطعتين نقديتين من فئة الربع جنباً إلى جنب على أن تكون الصورة نحو الأعلى، ومن ثم أُديرت إحداهما حول محيط الأخرى. (يجب أن تكون القطعتان جديدتين حتى لا تكون حوافهما مهترئة فتمنعهما من الانزلاق في أثناء الدوران). اسأل الطلاب هذه الأسئلة: إذا كانت الصورتان على القطعتين في الاتجاه نفسه في البداية، فكيف ستكونان عند الانتهاء من دورة واحدة؟ وكم مرة ستدور الصورة

في القطعة التي حُرّكت عند إكمال دورة واحدة؟ من المنطقي القول: إن الصورة على القطعة المتحركة ستدور مرة، ومن ثم تنتهي إلى وضعها الأصلي بعد الدوران. وبعد تنفيذ النشاط، سيختبر معظم الطلاب التنافر المعرفي لأن ما اعتقدوه منطقيًّا ليس صحيحاً. فالقطعة المتحركة ستدور في الواقع دورتين كاملتين حول القطعة الثابتة.

وتقترح هذه الأمثلة أيضاً، أن نجاح الأحداث المتناقضة واضح عندما يندهش الطلاب، ويرغبون في معرفة لماذا لم يتطابق الحدث أو العملية الحسابية مع توقعاتهم. وحالما تجد الطلاب مندمجين في النشاط ومهتمين به، فإنهم سيكونون متحفزين بصورة كبيرة لإشباع فضولهم الكبير. ومرة أخرى، فإنهم **يرغبون في تعلم ما يجب أن تدرّسهم إياه!** ، والهدف من أنشطة الأحداث المتناقضة جميعها ليس اكتشاف الظاهرة، بل الوصول إلى أسباب صحيحة حول سبب حدوثها. **فالطلاب لا يتعلمون من خلال تنفيذ النشاط فحسب، بل من خلال التفكير فيما اكتشفوه.**

يمكن للطلاب في كثير من أنشطة الأحداث المتناقضة، أن ينفذوا استقصاءات سريعة في مجموعات صغيرة، بدءاً بعمل خطة تقدم الدليل على السبب الذي يخمّنونه، ومن ثم يلاحظون، ويجمعون البيانات، ويحلّلون النتائج، ويعدّلون في ضوء النتائج، وفي النهاية يصلون إلى استنتاج يحلّ الحدث المتناقض ومفاهيمهم السابقة غير الصحيحة.

✣ استراتيجية: تجنّب ردود الفعل السلبية نحو الأشياء غير المتوقعة

الدروس التي تتضمن ظواهر أو معلومات مدهشة يمكن أن تهيء بيئة تعلّم محفّزة، على أن تكون حالات الدماغ، وهي حب الاستطلاع المدفوع باختلال

التــوازن أداة تحفيز قوية للتعلم. وهناك اعتبارات عــدة ستساعدك على تجنّب ردود الفعل السلبية على الأحداث المتناقضة.

أمــا بالنسبة للأطفال الصغار الذين تكون حياتهم غير مستقرة بعيداً عن المدرسة، فإن الأشياء غير المتوقعة قد تكون بالنسبة لهم إشارة على وجود الخطر. فالطــلاب الذيــن يكونون في العادة في حالة ارتباك فــي حصة الرياضيات، قد يشعرون بتوتر أعلى من مستوى قدراتهم لوقوعهم تحت ارتباك إضافي من التنافر المعرفي. فإذا توقّعت هذه الحالات، ففكر في تهيئة هؤلاء الطلاب في وقت مبكر، مؤكداً لهم أن حدوث شيء غريب أو محيّر، لا يعني أنه سيّئ، وسيكون زملاؤهم أيضاً محتارين، لذا فإنك سوف تساعدهم على تعلّم ما تعنيه هذه الأحداث.



المادة الرمادية

التنافر المعرفي

عنــد إثارة الطــلاب (وليس إثارة قلقهم) من خلال حــب الاستطلاع المدفوع باختلال التوازن (مثل: التنافر المعرفي)، فإن الجهاز الشبكي المنشط لديهم يصبح يقظاً للإشارات الحسية والبيئية التي ستعيد التوازن. وعليه، يصبح الطلاب يقظين للمعلومات لحل المشكلات أو فهم الظواهر التي أثارت فضولهم. وتتولد لديهم أيضاً الدافعية لمتابعة درس اليوم؛ لأنه ليس بمقدورهم تقويم الحدث بالمعلومات التي بدؤوا بهــا. إن ردة الفعل هذه تتصل بالغريزة البدائية عند الحيوانات لتقويم التغير الأولي للبقاء، ومن ثم للمتعة المحتملة الناجمة عن الاستجابة غير المتوقعة في بيئتها. (مثال ذلك، الثعلب الذي يخرج من وكره ويرى الثلج لأول مرة ويلمسه).

تتحفّز اللوزة العصبية في الدماغ، بصورة إيجابية لتنقل البيانات بكفاءة من مراكــز الاستجابة الحسية إلى مناطق الذاكــرة والتنميط. يُثار الحصين، وهو مكان في الدماغ تُرمّز فيه الذكريات المترابطة، ليجلب أي معلومات مخزّنة سابقاً يمكن أن ترتبط بالبيانات الجديدة لإيجاد الحل وإعادة التوازن. وإذا اختلفت المعلومات الحسية

الآتية من المعرفة المخزّنة، يرسل الحصين دفعات من الدوبامين إلى المناطق التي تحمل الدوبامين في جذع الدماغ. ومن هذه المناطق، تعيد الألياف العصبية الإشارات إلى الحصين، فتحفز إلى إفراز المزيد من الدوبامين. إن دورة التغذية الراجعة هذه التـي تحدث استجابة للتجديد هي السبب الذي يجعلنا نتذكر الأشياء بصورة أفضل عندما تظهر في سياق جديد.

خطّط لتجنّب الحلول السريعة من الطلاب الذين يفهمون التعارض الظاهر، ويفسّـرون الأمر لبقية الصف. واستخـدم أدوات كالسبورات البيضاء، كي يكون لهؤلاء الطلاب طريقة يخبرونك فيها بأنهم «يعرفون». ويمكنهم أيضاً العمل في مجموعات ثنائية على توسيع المفهوم، أو تحسين مهارات الاتصال لديهم من خلال العمل مع الطلاب الذين يظلّون محتارين حتى بعد أن يجد الصف تفسيراً للحدث.

ليس هدف التنافر المعرفي جذب انتباه الطلاب فحسب، بل أيضاً تعزيز التفكير الناقد، وبناء الاستيعاب المفاهيمي. وبدلاً من التأكد من صحة تفسيرات الطلاب أو خطئها، اسأل أسئلة أو اقترح مشاهد «ماذا لو»؛ لتشجيعهم على التوصل إلى التفسيرات بمفردهم.

الحفاظ على الدافعية طوال الدرس والوحدة

عندمـا تجذب انتبـاه الطـلاب، وتستخـدم استراتيجيـات لتعزيز دخول المدخلات الحسّية المتعلقة بدرس الرياضيات من خلال النظام الشبكي المنشط، فإنك لا تزال بحاجة إلى الحفاظ على الدافعية إلى نهاية الحصة، وتحتاج أيضاً إلى إبقاء مستوى التوتر منخفضاً حتى تستمر المعلومات في الدخول عبر اللوزة العصبيـة إلـى قشرة الدمـاغ الأمامية. وقد حـان الوقـت للاستراتيجيات التي تربـط الدرس بالموضوعـات والتجارب التي يجدها الطـلاب ذات أهمية وذات صلـة بمعرفتهم السابقة، تلك الاستراتيجيات التي تعرض الخيارات، وتستخدم «التوقفات»، وتدمج الحركات البدنية للطلاب في الدروس.

استراتيجية: كوّن علاقات ذات صلة بطلابك

عـادة ما تبدأ الوحـدة الدراسية الجديدة في الكتب بـِ «تطبيقٍ من العالم الحقيقـي» الذي قد يكون مثيراً للاهتمام بالنسبة لأدمغة البالغين؛ بسبب وجود الـدورات العصبيـة التي مرت بتجربة المتعة من المرتبطـة بالرياضيات، ولكن الطـلاب أحيانـاً لا يفهمون علاقتهم بهـذا التطبيق. فمثـلاً، الطلاب في صف الرياضيات قد يحبّون البيتزا، ولكنهم ربما لم يمروا بخبرات في بناء الشبكات التي تربط مباشرة تعلم قياس مقادير البيتزا بمتعة تناولها. وبالتالي، فإن استخدام الوصف لمعرفة كيف يمكن استخدام القياسات لصنع بيتزا لن يكون أمراً مهمًّا فـي المستوى الواعي للنظام الشبكي المنشـط. فتناول البيتزا أمر ممتع، ولكن قـد لا يكون للطلاب الصغار مسار فـي أدمغتهم يربط مباشرة بين تعلم المزيد مـن الرياضيات بمتعة تناول البيتزا. ويحدث هذا عندما يكبر الطلاب، وتنضج قشـرة الدماغ الأمامية لديهم حيث تكون قـادرة على التحكم في الاتجاهين كي «تخبـر» النظام الشبكي المنشّط أن المعلومات حـول القياسات المتعلقة بصنع البيتزا هي معلومات قيمة، وسوف تؤدي إلى المتعة.

إن علاقات العالم الواقعي بوظائف المستقبل غير قادرة على الإشارة إلى النظـام الشبكي المنشط أن المعرفة الرياضية معرفة قيمة في مستوى «أنا هنا الآن» حيث يعمل هذا النظام. فمن غير المحتمل، مثلاً، أن يعير النظام الشبكي المنشـط لمعظم الطلاب، أي اهتمـام بحقيقة استخدام علمـاء الآثار الترميز العلمي للتأريخ بالكربون.

إن الأساليب التي تستخدمها في افتتاح الدرس، ستكون أكثر نجاحاً عندما ترتبط بأجزاء أخرى من الوحدة، ويفهمها الطلاب على أنها دعوة لهم كي يستمتعوا بتجربـة جديدة إيجابية ذات قيمة **شخصيـة** لهم. وهذا الافتتاح هو في الحقيقة عرض مقدم إلى النظام الشبكي المنشط. ويتعين للحصول على الصورة الكبيرة،

تخطـي البوابة البدائية (الغرائز البدائية) التي تعطي الأولوية للتجديد والخطر والمتعة، وتحافظ على حب الاستطلاع.

وأما بالنسبة للطلاب الصغار، فإن الروابط ذات الصلة بالعالم الحقيقي المتعلقـة بالتخمين، قد تشمل مشاهدتك وأنت مندهش، عندما تصب الماء في كأس حتى تفيض في الوقت الذي تتحدث إليهم فيه. وعندما يخبرونك بأنك سكبت المـاء، فهذه فرصتـك لتقول لهم «آه، كان يتعين عليّ أن أخمّن حجم الماء الذي يمكـن أن تسعه هذه الكأس». ويمكن للطلاب بعدئذٍ أن يخمّنوا حجم الماء الذي يمكـن أن تسعه كؤوس من الورق أو البلاستيك قبـل سكب الماء؛ للتأكدّ من دقة تخميناتهـم. وبعد هذا التمرين، اطلب إلى الطلاب من خلال العصف الذهني، إعداد قائمة بالأشياء التي من المهم تخمينها، كجرعة الدواء أو كمية الحصص المتعادلة من الماء عندما يكون الماء شحيحاً.

استراتيجية: استخدم الافتتاحيات للحفاظ على حبّ الاستطلاع

فكّر في أسئلة افتتاحية كبيرة أو حقائق مدهشة، أو تقديم عروض الوسائط المتعددة، أو ربط أحداث حاليّة مهمّة، أو دعوة ضيوف يمكنهم أن يربطوا الموضوع بمستوى «أنا هنا الآن» الخاص بمرشّح الدماغ الأولي لدى الطلاب. وينبغي أن تكون هـذه الروابط واضحة جدًّا حتى تكون قيمـة المعلومات الرياضية التي ستُعرض مرتبطة مباشرة بتوقّع وجود متعة وشيكة. وعندما «يدمن» الطلاب على الموضوع، سيكونون متحفّزين إلى الاستماع والمشاركة والتعلم طوال مدة الدرس والوحدة.

وعادة ما تُضاف نتاجات التعلم، أو أهداف الوحدة الدراسية إلى المعرفة التأسيسيـة؛ لمساعـدة الطلاب على إنشـاء روابط جديدة، وتوسيـع المفاهيم الرياضية الأساسية. وهذه النتاجات هي جزء من الصورة الكبيرة للسنة الدراسية. لـذا، خذ في الحسبـان أنه لكي تنجح فـي تحقيق هذا الهدف، فـإن الافتتاحية

هـي الوقت المناسب الذي تحـرك فيه دافعية الطلاب، وتثيـر لديهم الحماسة لتنفيـذ الأنشطة التي خطّطت القيام بها لتجـذب بها نقاط قوة التعلم المتنوعة لديهم واهتماماتهم المختلفة. وعندما تنجح في جذب انتباه الطلاب، يمكنك أن تبني الروابط الإيجابية والفضول الذي أثارته لتحقيق هدفك بنجاح مع طلابك المتحفّزين.

وعندمـا تبـدأ بالتخطيط، فكّر فيما تريد أن يعرفـه الطلاب، ومن ثم عد خطـوات إلى الوراء، وضع افتتاحية تعزّز الاهتمـام المستمر نحو الهدف. وقدّم الوحدة الدراسية إذا أمكن ذلك، بطرق مختلفة تراعي نقاط قوة التعلم المتنوعة، ومستويات التحدي القابل للتحقيق المختلفة حتى تتمكن من جذب انتباه الطلاب جميعاً بصورة مستمرة.

وفيما يأتي بعض الحقائق المدهشـة التي تستطيع أن تستخدمها بوصفها «افتتاحيـات كبيـرة» لكي تساعد طلابـك على إدراك معنى العـدد، خاصة فهم الأعداد الكبيرة:

- مليار ثانية تمثّل 32 سنة.
- مليار طرفة عين تحدث خلال متوسط فترة حياة الإنسان.
- مليار حبة ملح تملأ حوض الاستحمام.
- مليار كلمة تُقرأ وتُسمع خلال فترة حياة الإنسان.
- ثلاثة مليارات نبضة قلبية تحدث خلال متوسط فترة حياة الإنسان.

والاقتراحات الآتية هي استراتيجيات إضافية لافتتاح الدرس بطريقة تحافظ على فضول الطلاب.

التمهيد من خلال الصورة الكبيرة: إن بدء الموضوع الجديد من خلال طرح روابط الصورة الكبيرة يؤدي إلى تفعيل المعرفة السابقة، وإثارة الاهتمام الشخصي، وبيان قيمة «أنا هنا الآن» الخاصة بالعالم الحقيقي، وترشد الطلاب إلى وضع أهداف شخصية تبقيهم على صلة بالمحتوى. وسيظهر الطلاب أنهم مندمجون حقيقة عندما يبدؤون بإنشاء روابط شخصية، ويسألون.

قبل أن تبدأ درساً ما عن الأعداد السالبة، أحضر أشياء عدة ترتبط بها، كميزان الحرارة، أو صورة لسفينة في الماء، أو خزان الغوص (أو صورة لغواص)، أو كشف حساب، أو أسعار الأسهم في السوق. يبدأ الطلاب بالتفكير في الأشياء المشتركة معاً، ثم ينتقلون إلى فكرة أن الشيء يمكن أن يكون «أقل من واحد». وهذا سيثير اهتماماً بالموضوعات التي سوف تدرّسها عندما تربط الطلاب بهدف تعلّم الأعداد السالبة. ومن ثم يمكن أن تكون الأشياء المتعددة ذات الصور الكبيرة فرصة للطلاب لاختيار الأسباب الخاصة التي تجعلهم يعدّون الأعداد السالبة مهمة.

أسئلة افتتاحية جاذبة: يمكن أن تكون الأسئلة التي تثير الفضول والاهتمام افتتاحيات عظيمة. ويُخطّط لاختيار أفضل الأسئلة للإبقاء على اهتمام الطلاب، وذلك لمساعدتهم على اكتشاف الفكرة الكبيرة في الوحدة الدراسية إذ إن هذه الأسئلة تضطرهم إلى البحث عن إجابات، وترشدهم أيضاً في أبحاثهم. وهي أسئلة لا يمكن الإجابة عنها دون المعلومات التي ستدرّسها، ولكنها مثيرة بما يكفي لأن تبقي الطلاب منتبهين لأي تلميحات تقرّبهم من الإجابة طوال فترة تدريس الوحدة.

فعلى سبيل المثال، لكي تبدأ درساً عن الكسور الاعتيادية، اسأل الطلاب الصغار «هل هناك أي أعداد أكبر من الصفر وأصغر من 1؟» أمّا الطلاب الأكبر سنًّا، فهم بطبيعتهم فضوليون بالنسبة للأسئلة التي تبدو غير منطقية أو مستحيلة.

لـذا، يمكن أن تبدأ درس ضرب الكسور الاعتيادية بالسؤال الآتي: «هل يمكن أن تصبح الأعداد بعد عملية الضرب أصغر؟»

وهنـاك فائـدة أخرى للأسئلـة المثيـرة للفضول هي، حفـز الطلاب إلى المثابرة من خلال هذه الأسئلة التي تتحدى تفكيرهم طويلاً. فالطفل في الثالثة مـن عمره لا يمتلـك دماغه وظيفة تنفيذية تجعله قـادراً على تأجيل المتعة حتى تنتهـي حفلة عيـد ميلاده ليفتح الهدايـا، ولكن عندما يكبر الأطفـال، فعادة ما يستمتعون بالحدس ورؤية الهدايا معروضة ويزداد عددها، لأنهم اختبروا مسبقاً متعة التوقّع الإيجابي، ومكافأة فتح الهدايا كلها في وقت واحد.

✣ استراتيجية: إنشاء عناوين للواحدات الدراسية

اطلب إلى طلابك أن يعملوا في مجموعات صغيرة للتفكير في عناوين أخرى للوحدة، واختيار عنوان مناسب في بضعة أيام، بدلاً من استخدام عنوان الوحدة المذكور في الكتاب. وفي نهاية الوحدة، يمكن أن يصوّتوا على عنوان يتفقون عليه ، أو يختـاروا العنوان الذي يفضّلونه لوضعه في دفاترهـم. إن مناقشة العناوين المحتملـة ينشّط المعرفة السابقة، ويعزّز الأفـكار الكبيرة، ويقوّي الروابط بين المعلومات الجديدة والمخزّنة في الوقت الذي تنمو فيه الشبكات العصبية.

وقبل الانتهاء من الوحدة، ولمزيد من تعزيز التعلم الجديد، يمكن أن يقرر الطلاب الإبقاء على العناوين التي حدّدوها أو تغييرها. ومن ثم يمكنهم ، للتحفيز الإيجابي الذي يصاحب متعة الاختيار، أن يكتبوا فقرة، أو يؤلّفوا أغنية أو قصيدة، أو يرسمـوا رسوماً ليوضحوا لماذا يُعدّ العنـوان مناسباً للفكرة الكبيرة للوحدة. والعنوان النهائي للوحدة يشبه بناء جسر للوصول مستقبلاً إلى الذاكرة المخزّنة عندما يرغب الطلاب في استرجاع المعلومات.

✣ استراتيجية: استخدم التوقّفات للحفاظ على الدافعية

نحن نعلم بأن **الشبكات العصبية** هي فجوات بين الخلايا العصبية في الدماغ. وهذه الفجوات أسّميها بِ «التوقّفات»، وهي التوقّفات الدماغية التي تخزن النواقل العصبية المستنفدة عندما تُستخدم الدورة العصبية نفسها مدة من الزمن (وهي مـن 5 إلى 10 دقائق عند طلاب المرحلة الابتدائيــة الدنيا). وأن هذه التوقّفات أيضــاً تمنع اللــوزة العصبية مــن أن تُصاب بالإرهاق. وليس مفاجــأة أن يحتاج الطلاب إلى هذه التوقّفات في حصة الرياضيات أكثر من غيرها. ويوجد للمادة الجديدة التي دُرست خلال هذه التوقّفات، فرصة للتخزين ليس فقط في الذاكرة العاملــة، بل تندمج فــي الذاكرة الترابطيــة التي في الحصين، فــي حين يجدّد الطــلاب حاجتهم من النواقــل العصبية في دورة عصبيــة، ويستخدمون مساراً عصبيًّا آخر لنشاط جديد.

توفّر التوقّفات الفرصة للطلاب ليستعيدوا انتباههم؛ لأنها تتضمن تغييراً من نوعٍ ما (نوع النشاط، زميل جديد، حركة)، ولكن هذه التوقفات الدماغية التي تستغــرق ثلاث أو خمس دقائق لا تعيق سير التعلــم. وقد يكون لها أحياناً وقفات بسيطة موجزة كغناء أغنية تتعلق بالرياضيات، أو الاستماع إلى نكتة رياضية في الوقت الذي يستلقي فيه الطلاب، أو يشربون كأساً من الماء.



المادة الرمادية

طلاب التركيز العالي والطلاب الذين يعانون من اضطراب نقص الانتباه والنشاط المفرط

يكـون التوقف لأخذ استراحة في بعض الأحيان، صعباً على الطلاب الغارقين في تركيزهم، أو المهتمين بصورة كبيرة في النشاط. كالفنانين تماماً وهم في ذروة العمل، أو الرياضيين والممثلين وهم في «منطقة» الأداء إذ يمكن أن يتجاهلوا حاجة أجسامهم إلى الأكل أو النوم، وكذلك فإن الطلاب المندمجين في «منطقة» المعرفة يحتاجون إلى توجيهاتك لهم قبل أن يؤدي نضوب الدوبامين والسيروتونين إلى الإحباط وربما إلى الغضب.

ومن جهة أخرى، فإن بعض الطلاب الذين يعانون من اضطراب نقص الانتباه والنشـاط المفـرط (ADHD) لديهم احتياطات محدودة مـن الناقلات العصبية للمحافظة على التركيز، وقد يعانون من انخفاض في الكفاءة المعرفية نتيجة للإرهاق الذهني على نحوٍ أسرع من زملائهم.

فكّـر عند اختيار نشاط للتوقّفات الطويلـة، في ألعاب الرياضيات الممتعة التـي تتضمن منافسة آمنة حتى يشعر الطلاب بالراحة في اللعب (توتر قليل في اللوزة)، ويرغبون في اللعب مرة أخرى (تحريك متعة الدوبامين). وهناك أنواع أخرى من أنشطة التوقّفات قد تستمر في موضوع الرياضيات نفسه ولكن باستخدام نظام معالجة عصبي مختلف، كتقديم مدخلات حسية مختلفة عندما تنتقل من النقاش إلى استخدام الوسائل اليدوية، أو من العمل الفردي إلى العمل الجماعي، أو من العرض إلى مكان عمل النشاط. وفيما يأتي أمثلة على أنشطة عدة للتوقفات:

البوم. مثال على لعبة تتضمن توتراً قليلاً، ويربح فيها الجميع، هي بوم العدد الأولي.حيث يصطف الطلاب في حلقة أو على أدراجهم، ويتحركون بشكل دائري

في أنحاء الصف بالترتيب، ثم يقول الطالب: العدد التالي إما أن يكون عدداً مركباً وإما كلمة «بوم» إن كان أوليًّا. وإذا أخطأ الطالب فإنه يجلس، ولكنه يستمر في الاستماع، وعندما يكتشف خطأ طلاب آخر يقف ويعود إلى اللعبة. (تنجح طريقة هذه اللعبة أيضاً باستخدام مضاعفات 3 أو 4 مثلاً، وهكذا).

الهاتف. وهي لعبة شعبية معروفة، حيث يقف الطلاب في صفين، ويلعبون باستخدام مفردة أو تعريف رياضي، إذ يتناقلون الكلمة المختارة همساً. ويردّد الشخص الأخير في كل صف الكلمة التي سمعها، ويفوز الفريق الذي كان أقرب إلى الكلمة الأصلية الصحيحة.

إعلانات تجارية. يعمل الطلاب في مجموعات صغيرة ليصمّموا إعلاناً يروّجون فيه «منتجاً» رياضيًّا من خلال إظهار قيمته. فمثلاً إذا اختاروا بيع عملية القسمة، فإن إعلانهم سيروّج قيمة القسمة. «هل سمعت بعشر قطع بسكويت اشترك فيها 5 أصدقاء؟»، إذا اشتريت منتجنا الذي يُسمّى «القسمة» فسوف تكون قادراً على أن تعرف عدد قطع البسكويت التي سيأخذها كل شخص حتى يحصل الجميع على حصة متساوية».

اختر بطاقة. تحتاج هذه اللعبة إلى مجموعة متماثلة من ورق اللعب، على أن يحتوي كل منها على عدد من البطاقات مساوٍ لعدد طلاب الصف. لذا وزّع المجموعة الأولى من البطاقات على أن يأخذ كل طلاب بطاقة، واحتفظ بالمجموعة الأخرى. واسأل سؤالاً رياضيًّا، ومن ثم اختر بطاقة من المجموعة التي تحتفظ بها. وعلى الطالب الذي يملك البطاقة الشبيهة ببطاقتك أن يجيب عن السؤال، وإذا لم يعرف الإجابة، يستشير «عضواً من الفريق» (طلاب آخر معه بطاقة من النوع نفسه) الذي تطوّع لمساعدته على الإجابة. وعند القيام بهذا النشاط، فإن كثيراً من الطلاب سيفكرون في الإجابة بنشاط إذا سألته السؤال قبل اختيار

البطاقــة التي تحــدّد من المسؤول عــن الإجابة. إن اختيار البطاقــة أولاً ستمنع الآخرين من التفكير في السؤال؛ لأنهم لا يمتلكون البطاقة الشبيهة.

مـن هـو في حقل الرياضيات يعرض الطلاب سيرة ذاتية موجزة عن عالم رياضيات، أو يشرحون درساً قصيراً أعدّوه، ويشركون فيه طلاب الصف.

فـك الترميـز. يقدم هذا النشاط تمريناً يتعلق بإدراك الأنماط، فمثلاً «س أ ا ث أ خ ج» هــي الحــروف الأولى لأيام الأسبوع، وهي متوفرة في كتاب الأنشطة في الرياضيات.

✣ استراتيجية : أضف الحركة إلى التوقّفات

تــزداد مستويات الدوبامـيــن والسيروتونيــن والنورإيبينيفرين– الناقلات العصبية التي تؤثر في التركيز والذاكرة والمزاج– بممارسة التمارين الرياضية. فالطلاب الذين خضعوا للتقييم في الامتحانات المقنّنة بعد أدائهم تمارين رياضية معتدلة كانــوا أكثر نجاحاً من الطلاب الذين أدّوا الامتحانات بعد 20 دقيقة من البقاء في أماكنهم؛ هيلمان وآخرون (Hillman et al., 2009). ولما كانت الحركة هي نوعاً آخر من مثيرات النظام الشبكي المنشط، فإنه يمكنك دمجها باستخدام طرق عدة لتبقي على اهتمام الطلاب.

تنشيـط الدمـاغ. ارمِ كرة (أستخدمُ كرة مطاطية على شكل دماغ توجد في المواقع الإلكترونية لألعاب الدماغ) من طلاب لآخر لمراجعة دروس الرياضيات. والطالب الذي يلتقط الكرة يقول أمراً يتذكّره من النقاش الذي انتهى توًّا أو فكرة استفادهــا مــن الضيف المتحدث. وهناك خيار آخر هــو أن يسأل الطالب الذي سيرمــي الكرة سـؤالاً رياضًّيا ذهنيًّــا مناسباً إلى الطالب الــذي التقطها. ولكي تكيّــف هذا النشاط في صف يضم طلاب من مستويات مختلفة في الرياضيات، يمكن أن يصطف الطلاب ويلعبوا في فريقين يقفان تُجاه بعضهما بعضاً. ويمكن

لملتقط الكرة أن يكون له خيار بطلب المساعدة من عضو في فريقه، ولكن عليه في النهاية أن يعطي الإجابة. ويمكن لملتقط الكرة أيضاً أن يطلب أن يكون السؤال في مستوىً أول أو ثانٍ أو ثالث ليكون التحدي مناسباً وواقعيًّا له. ويمكنك مساعدة الطالب على تعديل السؤال الذي سيسأله ليناسب ملتقط الكرة.

هل لديّ شيء أخبرك به؟ يُعطى الطلاب الصغار بطاقات عليها معلومات لمراجعة الرياضيات، مثل حقائق في عملية الضرب أو غيرها، وأما بالنسبة للطلاب الكبار فيمكن أن تتضمن البطاقة عملية ليشرحوها، مثل «عند طرح عدد صحيح موجب، تكون الإجابة بالتحرك يساراً على خط الأعداد»، ثم يسير الطلاب حول الغرفة يشاركون زملاءهم في بعض حقائق الرياضيات أو يشرحون العمليات لهم. وإذا لم يستطع الطلاب توضيح الحقائق والعمليات، فأعطهم بطاقة أخرى أو شجعهم على طلب المساعدة. ويتعين على المستمع أن يعيد الحقيقة الرياضية أو الشرح (بتعبيراته الخاصة) قبل أن يبدّل الطلاب أدوارهم ويكرروا النشاط. ويمكن الاحتفاظ بالبطاقات واستخدامها في يوم آخر، على أن يأخذ كل طلاب بطاقة مختلفة في كل مرة. ولكي تعرف البطاقات التي استخدموها، دعهم يكتبوا الحروف الأولى من أسمائهم عليها.

يقول أحمد: يمكن تعديل هذه اللعبة بسهولة لتلائم دروس الرياضيات. فمثلاً، يمكن أن تقول للطلاب: «اعملوا زاوية حادة بأيديكم»، أو «اعملوا نصف دائرة بأصابعكم».

وفي هذه الزاوية ... يتحرك الطلاب إلى زوايا مختلفة من الغرفة على أنه إجابة عن الأسئلة. ثم اسأل مثلاً: «ما نوع هذه الزاوية؟» فيتحرك الطلاب إلى الزاوية 1 من الغرفة إذا كانت الزاوية المعروضة **حادة**، أو إلى الزواية 2 من الغرفة إلى الزاوية **القائمة**، أو إلى الزاوية 3 من الغرفة إلى الزاوية **المنفرجة**، أو إلى الزاوية 4 من الغرفة إذا كانوا غير **متأكدين** من الإجابة. ويمكن للطلاب

غيــر المتأكدين مــن إجابتهم أن يتحركوا باتجاه زملائهم فــي الزوايا الأخرى، ويسألوهم عن أسباب إجاباتهم حتى يقرروا الإجابة الصحيحة.

لدينا شيء مشترك. يختار الطلاب زميلين لهم، ويبحثون عن شيء مشترك بينهما، كأن يكون اسماهما مؤلفين من ستة حروف أو أكثر، أو يكون تاريخ مولدهما مضاعفاً للرقم 5، أو توجد ثلاثة ألوان أو أكثر في قميصيهما. وهناك خيار آخر فيه حركة وهو أن يقرأ الطلاب «دندرايت» (أي ملخصاتهم عن درس الرياضيات السابق) الخاصة بهم ويشرحوها، ويستمعوا إلى زملائهم، ثم يضيفوا المعلومات الناقصة إلى ملخصاتهم قبل أن يتحولوا إلى زميل آخر، ويكرّروا هذه العملية.

أنا لست صفراً عاديًا. تستخدم الوحدة الدراسية «**القيمة المنزلية**» من سلسلة Surescore/MARS Math لأنشطــة الرياضيات، جــدول القيمة المنزلية الذي يمكنــك إعداده بتقسيم ورق مقــوّى بطول الصف إلى 14 قسماً (أو أقل من ذلك للصفــوف الدنيا)، ثــم عنون كل قسم بدءاً من اليسار علــى النحو الآتي: عشرة مليارات، مليار، مئة مليون، وهكذا حتى تصل إلى عشرات، آحاد، أعشار، أجزاء من المئة، واحرص على وضع فاصلة عشرية بين قسمي «**الآحاد**» و«**الأعشار**». وبعد أن يراجع الطلاب مفاهيم القيم المنزلية، كأن يكون كل قسم في الجدول يساوي عشــرة أضعاف القسم الذي على يمينه وعُشــر القسم الذي على يساره، واطلب إليهم تسمية كل قسم ومناقشة الأنماط التي يرونها في الأسماء، كالذي لاحظوه على أسماء القيمة المنزلية التي على يمين ويسار الفاصلة العشرية.

يقــف الطلاب على الجدول ليكوّنوا أعداداً، ومن ثم يحدّدون فيما إذا كان العدد أكبر أو أصغر من عدد آخر أو مساوياً له . ثم أعط كل طلاب بطاقة، واطلب إليه كتابة عدد يقع ما بين 0 و9، بدءاً بأعداد على يسار الفاصلة العشرية، واطلب إلى أربعة طلاب ترتيب أنفسهم على الجدول على أن يكوّنوا أكبر عدد كلي ممكن باستخــدام بطاقاتهم، ثم يعودون إلى مقاعدهم. وبعدئذٍ يرتب أربعة طلاب من

مجموعة أخرى أنفسهم مكوِّنين أصغر عدد كلي ممكن. ويتعين على بقية الصف كتابة الأعداد التي كوّنتها المجموعتان، ومن ثم يكتب الطلاب على سبوراتهم أو يرفعــون أصابعهــم برمز V أفقي للدلالة على إشــارة «أكبر من» أو «أقل من»، ثم يكتبون الإجابة الصحيحة على السبــورة باستخدام الرموز المناسبة والمقارنة بين الأرقام، مثل 1,230 < 4,560.

عندما يكون الطلاب مستعدين للارتقاء إلى مستوى أعلى، وضّح لهم أنهم سيكوّنــون أعداداً بدءاً من منزلة العشرات وترتيبهــا نحو اليمين على أن يكوّنوا عــدداً فيه فاصلة عشريــة. ويكوّن أول أربعة طلاب أكبر عــدد ممكن باستخدام منزلتيــن عشريتين، ومن ثم يقوم أربعة طلاب آخرين بتكوين أصغر عدد ممكن باستخدام المنزلتين العشريتين السابقتين نفسهما. ومرة أخرى، يكتب الطلاب الأعداد، ويقارنونها بالإجابة الصحيحة التي كتبتها على السبورة.

ولإضافــة المزيد مــن التحدي، اطلب إلى كل مجموعــة أن تقف إلى يمين الفاصلة العشرية، لتوسعة خط الأعداد إلى منزلة أجزاء من المئة. وساعد الصف علــى قراءة العدد العشري الجديد، واطلب إلى الطلاب أن يكوّنوا أعداداً بزيادة المنازل على يمين الفاصلة العشرية، وتسمية هذه المنازل، ويستمروا في اللعبة علــى أن يقفوا علــى نقطة البداية على خط الأعداد، ثم يرتبــوا أنفسهم على أن يكوّنــوا أكبر الأعداد وأصغرها، في حين يحــدّد بقية الطلاب أي العددين «أكبر من» الآخر باستخدام جدول القيمة المنزلية.

ويمكــن تكوين الأرقــام الكبيرة بوقــوف عدد أكبر مــن الطلاب على خط الأعداد، وتكوين أعداد في منزلة المليارات، في حين يكتب سائر طلاب الصف العدد بالصيغتين القياسية واللفظية.

لتوسعــة التحدي، اسأل الطلاب: لمــاذا إذا وضع شخص العدد صفراً في مكانٍ ما على خط الأعداد يكون له قيمة مختلفة عن شخص يضعه في مكان آخر؟ وماذا عن الأصفار التي تأتي بعد العدد الأخير الذي يقع بعد الفاصلة العشرية؟

وجهــة نظر. غيّــر مكان التدريس لتجديد المنظــور التعلمي لدى الطلاب، وذلك بالانتقال إلى جانب آخر من الغرفة. وعندما تتجول في الصف، اطلب إلى الطلاب أن ينظروا إليك، فتتغير الخلفية البصرية لديهم، حيث هم الآن يرونك من الخلف، وعليه، فإنك تضيف مدخلات تنبّه النظام الشبكي المنشّط.

أو نفّــذ، بدلاً من ذلك، الحصة خارج الصف إذا كان ذلك ممكناً، وارسم مستويــات إحداثية عملاقة باستخدم الطبشور، وأعط الطلاب إحداثيات نقطة مــا، واطلب إليهم أن يحــدّدوا مكانها بالسير نحوها. ثــم اصطحب الطلاب في نزهــة ليتعلّموا من وجهة نظر أخرى. وابحث عن الأشكال الهندسية في المباني والطبيعة والأرصفة والإشارات. وتحدّ الطلاب الكبار أن يستعينوا بأطوالهم وأطوال ظلالهم؛ ليحسبوا ارتفاع شجرة أو سارية علم بناءً على طول ظلّها.

المحافظة على الدافعية

يجــب أن يكون واضحاً لديك، أن توليد الدافعية أمر يتعين أخذه دائماً في الحسبــان. ولا بد مــن جلب انتباه الطلاب منذ البدايــة، والمحافظة عليه طوال الدرس والوحدة الدراسيــة. ولكي يبقى الطلاب متحفّزيــن، فإنهم بحاجة إلى التعزيز المستمر. وفيما يأتي مجموعة أفكار أخرى للمحافظة على هذه الدافعية لديهم:

- ذكّر الطلاب بصورة مستمرة أن المجهود الذهني الذي بذلوه سيجلب لهم المتعة في المستقبل القريب. فكلما كان سنّ الطلاب أصغر، كانت أدمغتهم أقل تحمّلاً للأنشطة التي لا تجلب المتعة الآنيّة أو العاجلة جدًّا.

ولحسن الحظ، فإن الشبكات العصبية المسؤولة عن متعة الدوبامين تفرز الدوبامين المحفّز لتوقعات المتعة. وأخبر الطلاب بأن الأنشطة الرياضية التي يستمتعون بها ستأتي في الدرس اللاحق، وكيف أن هذه الأنشطة المفضّلة ترتبط بما يتدرّبون عليه الآن. إن إفراز الدوبامين سيتيح لك الوقت الذي تحتاج إليه للعمل مع الطلاب على إجراء العمليات والحقائق التي يتعين فهمها حتى يستطيعوا أن يبنوا أساساً رياضيًّا، كجداول الضرب وأسماء القيم المنزليّة.

- اسأل الأسئلة بصورة دورية، وشجّع الآراء والتوقعات المتعلقة بالصورة الكبيرة أو السؤال الكبير أو الحدث المتناقض الذي افتتحت به الدرس؛ لتجديد حبّ الاستطلاع لدى الطلاب. وابدأ بالأسئلة التي تكون ضمن نطاق مستوى التحدي القابل للتحقيق لديهم حتى يختبروا متعة النجاح. واسأل أسئلة لا تتطلب إجابات محددة، مثل: «كيف يمكن إيجاد مجموع ... ؟»، أو «أيكم يمكنه أن يوضح لماذا 6 + 7 = 13؟»، أو «ماذا يمكن أن تفعل لتعرف عدد الطلاب في شعب الصف الخامس؟».
- استخدم التقويم المتكرر غير الرسمي مستعملاً السبورات البيضاء، والمشاركة النشطة كالاستجابة بالإشارات الممتعة للدلالة على **نعم أو لا** (فمثلاً، اربت على رأسك، وافرُك بطنك، وأدر نفسك يميناً أو يساراً، واعمل بيديك شكل الفراشة أو آذان الأرنب). إن هذه الأنشطة تحافظ على الانتباه، ويمكنها أن تساعد على تصحيح المفاهيم غير الصحيحة.
- ارتكب خطأً عمداً لترى إذا كان الطلاب منتبهين، في حين تعدّ بصوت مرتفع الأرقام المتتالية أو المضاعفات، ثم اطلب إلى الطلاب أن يستخدموا أصابع الإبهام عندما يسمعونك تعيد أو تتجاوز رقماً (هذا النشاط يزيد مهارات الاستماع، ويقلّل من السلبية تجاه ارتكاب

الأخطاء). وارتكب أخطاءً واضحة في أثناء الدرس لتعرف مدى انتباه الطلاب.

- استخدم الكلمة السحرية لليوم؛ إذ لا يعرف طلابك برنامج المسابقات الشهير الذي يقدّمه غروشو ماركز (Groucho Marx) الذي كانت كلمته السحرية هي الهفوة المتكررة. فإذا قال أحد المتسابقين هذه الكلمة في الحوار، فإنه يربح جائزة إضافية. وفي بعض دروسي، أخبر الطلاب (مدخلات سمعية)، وأكتب لهم (مدخلات بصرية) الكلمة السحرية لليوم؛ وعليه، فإن الفائز هو أول من يضع إصبعه على أنفه (بدلاً من التلفظ بها) حين أستخدم الكلمة في أثناء الدرس.

ومع مرور الوقت، فإنك ستضيف هذه الاقتراحات إلى كثير من أفكارك الخاصة الدافعية لدى الطلاب. وستلمس النتائج على مستوى الطلاب المتيقظين المتحمّسين للتعلم، وهذا بدوره سيكون حافزاً لك. وهو موقف يربح فيه الجميع.

وعندما يأتي الطلاب إلى صفك ينتابهم شعور سلبي تجاه الرياضيات، معبّرين عنه بالملل أو السلوك المضطرب، أو بذل قليل من الجهد أو رفض بذل الجهد، فلا يزال أمامك فرصة لإجراء تغييرات كثيرة، ليس على مستوى نجاحهم في الرياضيات فقط. ولمّا كانت قيمة النجاح في الرياضيات لها أهميتها، فإن الطلاب يربطون أداءهم المنخفض بقدراتهم الأكاديمية بصورة عامة. إذا ساعدتهم على حبّ الرياضيات والارتباط بها، من خلال جلب انتباههم وفضولهم، وتقديم أنشطة مناسبة من التحدي القابل للتحقيق، ومساعدتهم على إدراك أثر جهودهم في بلوغ الأهداف القابلة للتحقيق بأنها تقرّبهم من النجاح بصورة أكثر، فإنك إن فعلت ذلك تكون قد زرعت فيهم بذور الأمل.

ويحدث هذا عندما تشاهد التغيّر التدريجي للطلاب من التوتر الناجم عن اليأس والعجز إلى بناء العقليّة التي يمكن تشكيلها. وهؤلاء الطلاب هم الذين نجحت في إعادتهم إلى الطريق الذي كانوا يعدّون فيه الأرقام وهم صغار بصوتٍ مرتفع بكل متعة ليسمعهم كل من حولهم!

الفصل السابع

توظيف المواقف الحياتية في

حصة الرياضيات

> مـا يساعدني على الانتباه هو أن يستخـدم المعلم اسمي في المسألة «لدى خواكين 35 كرة زجاجية»، أو عندما يطلب إليّ إعادة ما قاله للتو.
>
> خواكين- تلميذة في الصف السابع

لإثـارة الاهتمام بموضوعٍ ما، خاصة إذا كان صعبـاً، ابدأ بعرض المفهوم الذي يتمحور حول الطالب ويرتبط بالعالم الحقيقي، ثم اعرض الصورة الرمزية والتجريديـة للمفهوم بصورة تدريجية. ولكي تُبقي الارتباط بالعالم الحقيقي ذا صلة بالطلاب، فإن عنصر «أنا هنا الآن» أمر مهم؛ إذ من دون ذلك لن تمرّ أفضل الخطط المرسومة عبر النظام الشبكي المنشط البدائي.

فضلاً عن الاقتراحات التي ذكرناها في الفصول السابقة، فإن هذا الفصل يصـف طرقاً يمكنك استخدامها؛ لكي تدمـج الدروس بروابط العالم الحقيقي، مـن خلال ارتباطات الطلاب الشخصية بالموضوع، مدعومة بملاحظات ناتجة عن استراتيجية «مراقبة الطفـل»، وتستخدم أدوات العالم الحقيقي التي تعتمد علـى الرياضيات، والأحداث المتعلقة بالمدرسـة أو المجتمع أو العالم، والانتباه للأوقات الملائمة للتعليم. ويتضمن الفصل أيضاً مثالاً على نشاط أو مشروع يبدأ من المرحلـة الابتدائية الدنيا، ويمكن أن يمتد إلى السنوات الدراسية اللاحقة. ولمـا كانت المشروعات الطويلة المدى تدمج التعلم الجديد بالشبكات العصبية الموجـودة، فإن هذه الشبكات تتوسع حيث تجعل المعرفـة التأسيسية والنظرية متاحة للمزيد من تطبيقات العالم الحقيقي.

تحقيق أقصى قدر من المعنى الفردي والصلة الشخصية

هناك ارتباط وثيق بين اهتمام المرء الشديد بموضوع ما والتفوق؛ غوثري وويجفيلد، بالمر، كودلينج، وغامبريل (Guthrie & Wigfield, 2000; Palmer, Codling & Gambrel, 1994)؛ لـذا، فإن معرفة اهتمامات الطلاب الشخصية وبعض الأمور المهمة لهـم، يمكنها أن تعزّز التدريس مـن خلال تقديم عناصر «أنـا هنـا الآن» التي يتطلبهـا مرور المدخلات عبـر النظام الشبكـي المنشط. والاستراتيجيات الآتية تستعرض طرقاً متنوعة محددة لاستخدام هذا النهج.

- **استراتيجية: اجمع معلومات تتعلق بالخلفية المعرفية لطلابك واستخدمها**

إن جمـع المعلومات التي تتعلق بخلفية طلابـك هي طريقة جيدة لتحصل علـى ما تحتـاج إليه، لربط هـذه المعلومات بالموضوعـات الدراسية من خلال اهتماماتهـم، أو لدمج معلومات عنهم فـي نماذج أسئلة الرياضيات في الصف؛ لذا دوّن الملاحظات في أثناء الحصة عن التعليقات العشوائية التي يدليها الطلاب والتـي تتضمن معلومات شخصية عنهم، مثل اسـم فريق كرة القدم المفضّل أو المكان الذي تسكن فيه الجدّة. ثم أضف لاحقاً هذه المعلومات إلى البطاقات أو السجلات التي تحتفظ بها عن كل طلاب. ويمكن أيضاً الحصول على المعلومات الأساسية من السير الذاتية التي يكملها الطلاب (أو التي يمليها الطلاب الصغار) التي تتضمن معلومات عن الرياضة المفضلة لديهم، والطعام المفضل، والحيوانات الأليفة التي يمتلكونها، وأسماء أشقّائهم، وتواريخ ميلادهم، والبرامج التلفازية المفضلـة لديهم، وهكذا. ويمكنك أن تسأل مجموعـة من الأسئلة تكون بوصفها محفـزّات للحصـول على معلومات السيـرة الذاتية، وهذه العمليـة تعرف باسم «مراقبة الطفل».

وعندما تتجمع لديك هذه البيانات، استخدم أسماء الطلاب، وفاجئ الطالب باستخــدام اسم كلبه أو شقيقه أو طعامــه المفضل أو فريقه المفضل في مسألة رياضيــة. وقــد لا يكون لدى الطلاب رغبة حقيقية فــي القسمة الطويلة، ولكنهم مهتمــون بعضهم ببعض، لــذا فإنك عندما تعرض عليهــم مسألة نصية تتضمن حقائق يريدون سماعها عن أصدقائهم فسوف تحفّزهم إلى الاستماع. تأمّل هذا المثال: «ذهبت مريم إلى المتجر لشراء فاكهتها المفضلة، الموز، وأحضرت معها كلبهــا فرودو. وعندما وصلت هناك، أخذت 50 ريالاً من المحفظة التي اشتراها لها شقيقها أحمد بمناسبة عيد ميلادها ...». ولو أنك اتبعت ذلك فإنك ستفاجئ طلابك أنك تعرف الكثير عن مريم، مما يدفعهم إلى الاهتمام بها حتى لو كانوا لا يهتمون بالعملية الحسابية، وسيبقون أيضاً متيقظين طوال الوقت الذي ستستخدم فيه معلومات عنهم.

ويمكنك أيضاً أن تعلن عن عيد ميلاد أحد الطلاب من الحسابات المكتوبة على السبورة مستخدماً اسمه والأعداد في تاريخ الميلاد. ثم اكتب اسم الطالب علــى السبــورة مصحوبــاً بعبارة تهنئــة له، واكتــب أسفلها تاريخ ميــلاده، مثلاً 3–12–2001. وبناءً على أعمار طلابك، يمكنك إعداد كثير من التمارين مستخدماً هذه الأرقام، مثل ترتيبها من الأصغر إلى الأكبر (أو العكس)، أو جمعها/ طرحها/ ضربهــا/ قسمتها، أو ترتيب الأعــداد لتكوين أصغر وأكبر عدد ممكن، أو حساب عدد الأيام التي تكون قبل الثاني عشر من مارس 2001.

ويمكنك الحصول أيضاً على مزيد من المعلومات عن خلفية الطلاب الكبار، بــأن تطلب إليهم كتابــة «سيرة ذاتية عن تجربتهم مــع الرياضيات» (مستخدماً أسئلة محفّزة)، ويمكن أن تطلب إلى أولياء الأمور إضافة آرائهم الخاصة؛ حيث ستساعــدك هذه التقارير على اختيار أيّ الاستراتيجيات تستخدم وأيها تتجنّب، خاصة إذا كان الطلاب يعانون من صعوبات. وتفيدك هذه الأساليب أيضاً باتخاذها

مرجعــاً في أثناء اجتماعات أولياء الأمــور، ويمكنك إضافة معلومات أخرى بناءً على ما يخبرك به أولياء الأمور وما تلاحظه في الحصة، وتدوين هذه المعلومات في ملف الطالب ليستفيد منها المعلّمون في السنة القادمة.

أحبّ أن أقدّم هذا النشاط لطلابي من خلال توضيحي الغرض منه: «بصفتي معلّمتكـم، أريد أن أفهم وجهة نظركم المميزة تجاه الرياضيات، وأتعرّف نقاط قوتكم وضعفكم لمساعدتكم، كيف تحظون بأفضل تجربة ممكنة في الرياضيات هـذا العام إن شاء الله». ومن ثـم أستخدم الأسئلة الآتية لأثير الاستجابات التي تساعدنـي علـى توجيه تدريسـي. والاستجابـات المذكورة أدناه هـي أمثلة على استجابـات حقيقيـة من الطلاب حصلـت عليها عبر السنيـن. ويمكنك أن ترى كيـف تتيح هذه الاستجابات فهمـاً لنقاط قوة الطلاب وضعفهـم، وما يفضّلونه وما يكرهونه.

كيف تصف تجربتك مع صفوف الرياضيات؟

- ليست صعبة كثيراً.
- صعبة ولكن ليست مستحيلة.
- مناسبة لمستوى مهارتي.

ما الموضوعات التي كانت صعبة بالنسة لك؟

- الكسور، خاصة جمع الكسور التي لها مقامات مختلفة.
- تحويل الكسور العشرية إلى كسور عادية ونسب.
- الأعداد السالبة.
- المساحة والمحيط.

ما شعورك تجاه الرياضيات بصورة عامة؟

- الرياضيات تربكني.
- أستمتع جدًّا عندما أتعامل مع الأعداد، ويبدو أنها راسخة في عقلي.
- الرياضيات أقل المواد المفضلة لديّ، ولكنّكِ تجعلينها ممتعة لذا فإنني أهتم بها.

ما الذي يعجبك في عمل المجموعات؟

- اجتماعية.
- من الأسهل أن تسأل صديقك سؤالاً لا يمكنك أن تسأله في الحصة.
- هي مفيدة لأنني أحصل على وجهة نظر أخرى.

ما الذي تفعله عندما « تتورط» في حل مسألة ما؟

- أنتقل إلى المسألة التالية، وأعود إليها لاحقاً.
- أقرأ المسألة مرة أخرى بانتباه أكثر.
- أراجع الكتاب لدراسة الأمثلة التي يتضمنها.

صف بعض أفضل عاداتك الدراسية.

- كتابة ملاحظات جيدة ومراجعتها.
- عمل الرسوم البيانية.
- حل مسائل الدروس جميعها قبل الامتحان.
- أبتكر وسائل تساعد ذاكرتي.
- أتخيل صورها في عقلي.

كيف تحفظ شيئاً يتعيّن عليك حفظه؟

- أردّده في عقلي.
- أغنّيه ملحّناً.

- أقوله بصوت مرتفع.
- أراجعه ثلاث مرات، وأكرّر ذلك مرة أخرى.

ما التغيرات التي أنجزتها عندما كنت أكثر نجاحاً مقارنة بما كنت عليه عندما كنت أقل نجاحاً؟

- بقيت هادئاً.
- أصغيت بصورة أفضل، ولم أكن شارد الذهن.
- راجعت عملي.
- بدأت بقراءة المسألة قبل الشروع في حلها.
- أصطحب المواد الدراسية إلى الصف كل يوم.

ما الذي عمله المعلمون السابقون وساعدك على التعلم بصورة أفضل؟

- دعونا نختار كيف نريد أن نتعلم.
- كانوا يستمتعون بالرياضيات، وهو أمر مُعْدٍ.
- كانوا صبورين.
- كانوا يربطون المسائل بأمور مثيرة للاهتمام.
- أفضل معلم لديّ عرف حقًّا كيف يعمل دماغي.

ما المشكلات التي عانيت منها لدى بعض معلمي الرياضيات في السابق؟

- كانوا يصابون بالإحباط بكل سهولة.
- المعلمـون الصارمون لا يساعدون على التعلم ، أمّا المعلمون الهادئون فيساعدونني.
- أفقد تركيزي عندما لا يكونون لطفاء.
- عندما طلبت إليه المساعدة، قال لي: «لماذا لم تفهم؟».

كيف استخدمت الرياضيات في أمور خارج المدرسة؟

- عدّ المال.
- معرفة ثمن الأشياء التي عليها تخفيضات.
- حساب متوسط سرعة ضربي الكرة.
- أستخدم الهندسة في لعب كرة القدم.

هل يستخدم والداك أو أحد أقاربك أو أحد أصدقاء العائلة الرياضيات في مهنهم أو هواياتهم؟ وما هذه المهن أو الهوايات؟

- تنظيم أعمالهم.
- قياس الخشب.
- محاسب.
- مصرفي.
- بيع السيارات وحساب الثمن لكسب الأرباح.

✣ استراتيجية: كوّن روابط شخصية من خلال الواجبات المنزلية والأنشطة الصفية

هناك عدد لا يحصى من الطرق لمساعدة الطلاب على إيجاد الروابط الشخصية من خلال الواجبات المنزلية أو الأنشطة الصفية؛ فالطلاب الصغار مثلاً يمكنهم عمل رسم بياني بالأعمدة يبيّن مدى تكرار كل حرف في أسمائهم الأولى وأسماء عائلاتهم. ويمكن للشركاء رسم أشكال فِن ليقارنوا بين الألعاب الرياضية المفضلة. ويمكن للطلاب الكبار حل مسائل الوسط الحسابي/ الوسيط/ المنوال باستخدام بيانات من نقاط فرقهم الرياضية المفضّلة.

ويمكنك أيضاً استخدام معلومات تتعلق بطلابك جميعهم أو معظمهم لزيادة انتباههم للسؤال: « أُلّف كتاب الرياضيات الذي ندرسه في عام 1991. وقد وُلد

معظمكم في عام 2002 أو 2003. فكم سنة مرّت على تأليف الكتاب منذ ولادتكم؟»، «سجّلت مدرستنا أعلى عشرين في المئة من المدارس في موضوع إعادة التدوير. وكان هناك 80 مدرسة في التقييم، فكم مدرسة تغلّبنا عليها لأنكم أحسنتم إعادة التدوير؟».

عندما تخبر طلابك كيف ترتبط الرياضيات باهتماماتك **الشخصية**، فإن حماستك هذه ستؤثر في آرائهم. تلتقط اللوزة العصبية تعبيرات الوجه والتعبيرات الشفهية التي تدل على السعادة، وتستجيب من خلال فتح القنوات إلى قشرة الدماغ الأمامية؛ وانغ، راو، ويتموري (Wang, Rao & Wetmoree, 2005). سيتصرّف طلابك باهتمام أكبر عندما يشاهدون حماستك.

اربطهم بعلماء الرياضيات. قبل تقديم درس عن صيغة أو عملية رياضية يرجع الفضل في اكتشافها إلى عالم معين، ابحث في الإنترنت عن معلومات حول سيرته الذاتية، كقصة مثيرة أو حدث مهم حصل له في حياته عندما كان في سنّ طلابك. وابدأ الحصة بأن تروي لطلابك المعلومات كأنها قصة حول شخص ما زال حيًّا، حصلت له عندما كان في سن طلابك. فسيرى طلابك أن موضوع درس الرياضيات متعلق بهذه المعلومات وكأنه يتحدث عن شخص حقيقي تماماً مثلهم، لذا فالربط بالشخص يسهّل من الربط بموضوع الدرس.

اطلب إلى الطلاب الكبار التفكير في النظريات والصيغ الرياضية والوسائل التكنولوجية التي كانت سائدة في حياة عالم الرياضيات، الذي ربما تكون الخلفية النظرية قد ساعدته على أن يطور هذه النظريات العملية أو الرياضية التي يتعلّمونها. وناقش معهم التحديات أو المعيقات التي كانت تعترض هذا العالِم في أثناء عمله، حتى يدرك طلابك أن الرياضيات كانت كفاحاً حتى بالنسبة لأذكى نجوم الرياضيات.

دع الطلاب يصنعوا الرابط. من المهم أن يقدّر الطلاب المعلومات التي نريد أن نعلّمهم إياها؛ لذا لا بد من توضيح هذه الروابط لهم. ويمكنك أحياناً أن تدع الطـلاب يقيمون الروابط فيما بينهم بأنفسهـم (احتفظ بأفكارهم لتستخدمها مستقبـلاً) بأن تسألهم: «كيف يمكن أن تساعـدك معرفتك هذا الموضوع، الآن أو في المستقبل؟».

يحب كثير من الطلاب، خاصة المستكشفين منهم، الحصول على المعلومات مـن الإنترنت أو باستخدام تقنيات الحاسوب؛ لتصميم موقع إلكتروني أو كتابة تقريـر جذّاب يحتوي علـى صور، ويتمتعـون بالدافعية ويسترجعـون المعلومات بصـورة أكثر نجاحاً عندما يستخدمون الحاسوب في عرض المعلومات المتعلقة بالرياضيـات؛ لذا احرص على عرض أعمالهم على بقيـة الصف أو المرحلة أو المدرسة إن أمكن ذلك.

❖ استراتيجية : ابحث عن الأوقات الملائمة لتعليم الرياضيات

ســأل أحد طلابي في حصة الرياضيات حول العلاقات الموجبة والسالبة؛ متى تكون هذه المعلومات مفيدة في «العالم الحقيقي»؟ وطلبتُ إلى زملائه أن يُدلوا باقتراحاتهـم، فعرضوا أمثلة عديدة، منهـا المقارنة بين الأجور التي يتقاضاها أفراد ذوو مهن وسنوات دراسية مختلفة، أو مقارنة وزن سيارة بعدد الأميال التي تقطعها في الجالون الواحد. وبعد دقائق عدة، سألت تلميذة أخرى: كيف يمكن أن تساعدها الرسوم البيانية التي كنّا نستخدمها في مهنتها مستقبلاً. وسألتها عن المهنة التي تفكر فيها، فقالت: العمل في متجر لبيع الملابس بالتجزئة. ووضّحت لهـا أن ذلك يعتمد علـى هدفها، فإذا أرادت أن تصبح موظفة أو أمينة صندوق، فإنها قد لا تستخدم هذه المعلومات. ولكنها إذا أرادت أن تصبح مديرة للمتجر، فربمـا ترغب في معرفة أيّ العوامل في الأفـراد المرشحين لنيل الوظيفة تتعلق بمقدِّم الطلب الناجح. فيمكنها مثلاً أن تحتفظ بسجلات تتناول معلومات متباينة

عن الموظفين، كالعمر والعرق ولون الشعر وعدد سنوات الدراسة والجنس، لترى أي هذه الاختلافات له علاقة إيجابية بعدد المبيعات التي باعها هؤلاء الموظفون.

ذكرتُ متغيرات مثيرة للجدل، وأردت أن أعرف هل استجاب الطلاب لها. لقد فعلوا ذلك لسعادتي؛ حيث حدث نقاش حيوي بينهم حول أخلاقية وقانونية البحث عن روابط بين الجنس أو العرق ونجاح المبيعات، وهل يتعين على الإدارة أن تأخذ هذه البيانات في الحسبان عند اتخاذ قرارات التوظيف. وعلمتُ بالطبع أنّنا ابتعدنا عن موضوع الدرس ولم أتمكّن من إنهائه اليوم، ولكن قيمة مناقشة الطلاب في هذه الأمور (وقد تمحورت المناقشة بالفعل حول الطلاب، حيث أدلوا بأفكارهم ومخاوفهم، ولم أزوّدهم إلا بالقليل من المعلومات) كانت أكثر أهمية من الدرس. فقد كانوا يفكّرون في موضوعات ربما يواجهونها بالفعل يوماً ما في مهنهم مستقبلاً.

✣ استراتيجية: اربط الأعداد الصحيحة السالبة بالعالم الحقيقي

دع طلابك من خلال العصف الذهني (أو أعط المجموعات الصغيرة أدوات مختلفة لهذا الغرض) يكتشفوا كيف ترتبط الأعداد السالبة الصحيحة بالعالم الحقيقي. وفي البدء، استخدم عبارات مثل «أقل من صفر»، بدلاً من ربط كلمات **أعداد سالبة صحيحة** بالأمثلة التي تعرضها، وعندما يستخدم الطلاب كلمة **سالبة** عزّزها بتكرار الكلمات التي تدل عليها، ولكن لا توضح لهم معنى **سالبة** في هذه المرحلة؛ حيث إن الفكرة هي أن يطوّر الطلاب المفهوم قبل أن يطلقوا عليه اسماً، خاصة عندما يكون لدى أحدهم ذكريات «سلبية» كصعوبة واجهته في هذا الموضوع. وفيما يأتي بعض الأمثلة التي يمكن أن يقترحها الطلاب، أو التي يمكن أن تزوّد بها المجموعات الصغيرة.

درجة الحرارة في الخارج. ضع ميزان حرارة خارج نافذة الصف حتى يتمكّن الطلاب من إجراء حسابات يوميّة، ويرسموا رسماً بيانيًّا يبيّن درجة الحرارة الفعلية وتغيّرها عن اليوم السابق. سيلاحظ الطلاب أن التغير قد يكون عدداً سالباً دون أن تنخفض درجة الحرارة إلى ما دون الصفر. وتوضّح هذه التجارب والملاحظات أن هذا مفهوم قد يكون مربكاً في أغلب الأحيان،

ويمكن توسيع هذا النشاط ذي التحدي القابل للتحقيق بإضافة مقياس الضغط الجوي (البارومتر)؛ حيث يمكن تعليم الطلاب الذين يحتاجون إلى الارتقاء بمستواهم كيف يمكن للضغط الجوي السالب–أو انخفاض قيمته– أن يُستخدم في توقع حدوث المطر. وتضيف متعة الطلاب الفعلية عندما تكون توقعاتهم صحيحة عن الطقس باستخدام الرياضيات، مشاعر إيجابية إلى الذاكرة، وتزيد من قدرتها على التحمّل.

الماء والجليد. اطلب إلى الطلاب استخدام أكواب من الماء ومكعبات من الثلج في وعاء لتتبع التغيرات في درجات الحرارة. ويمكنهم أن يسجلوا ويقيّموا العلاقة بين عدد مكعبات الثلج المضافة والتغير في درجة الحرارة. وفيما بعد، يمكن أن تمثّل عدد مكعبات الثلج مفهوم إضافة الأعداد السالبة الصحيحة، للتعبير عن «إضافة البرودة».

وللانتقال من هذه المرحلة إلى مرحلة أكثر تجريداً، وهي أن يتصور الطلاب ما الذي يمكن أن يحدث عندما يتركون باب الثلاجة مفتوحاً، هل يقومون بإضافة البرودة أم إزالتها؟ ومن ثمّ يمكنهم التفكير في طرح (أو إزالتها) عدد سالب مثل إزالة البرودة حتى ترتفع درجة الحرارة، أو العدد على خط الأعداد، فتصبح أكثر إيجابية (دافئة) عند إزالة البرودة.

مناظـر من المحيط. يمكن أن تساعد صــورة محيط تتضمن مشاهد فوق المــاء وتحتــه، الطلاب على تصــور التغيرات تصــوراً أعمق. وسيكــون النشاط أكثر متعــة إذا كانت لدى كل مجموعة دمية غوّاصٍ بلاستيكية، أو صورة لغواص مأخــودة من مجلة أو من الإنترنت. واسأل أسئلــة من مثل: «إذا كنت غوّاصاً في مستوى 5 أمتار تحت سطح الماء ونزلت إلى 4 أمتار أخرى، فأين موقعك الآن؟». ويمكن تعديل السؤال ليناسب مراحل دراسية أعلى، على النحو الآتي: «ما مقدار التغير في الأمتار الذي يحدثه الغوّاص عندما ينتقل من مترين إلى 8 أمتار تحت سطح الماء؟»، ومن ثم، وضّح للطلاب أن الإجابة يمكن أن تكون بالأعداد الموجبة حتى لو كنّا نعمل على خط الأعداد السالبة، واسألهم: «ما التغير في الأمتار الذي يحدثه الغوّاص عندما ينتقل من 10 أقدام تحت سطح الماء إلى 4 أمتار فقط؟»

يمكن أن يضع الطلاب المستعدون ذوو التحديات العليا مسائل أكثر تعقيداً لبعضهــم بعضاً، مثــل إيجاد مكان الغواص بعد أن يغيّــر عمقه مرتين، ويمكنهم أيضاً أن يكونوا «مستشارين» للمجموعات الأخرى.

ظـروف الرسائل وسنـدات الدين. اعرض مثالاً على النحو الآتي: «استعرتُ منــك 5 دولارات يومــاً ما، وفي اليوم التالي دفعت لــك 3 دولارات، فهذا يعني أن دَينــي لك أصبح دولارين». يمكن أن يكون مــع الطلاب ظروف رسائل يحتفظون فيهــا بالسندات التي تتغيــر كل يوم كي تخبرهم بما حــدث لأموالهم: «بالأمس، وحســب سند الدين لديك، فإنني أديــن لك بدولارين ولكنّك استعرت مني اليوم 3 دولارات لشراء الخبز. اكتب سنداً جديداً ***لِدَينِكَ*** عليّ». وأما بالنسبة للطلاب القادريــن علــى تنفيذ أنشطة ذات مستوى متقــدم، فيمكنهم استخدام نسخ من كشف الحسابات تحتوي على معاملات كثيرة وأكثر تعقيداً.

دمج رياضيات العالم الحقيقي بالاستفادة من حياة الطلاب اليومية

مثلما تعزّز العلاقات الشخصية وروابط اهتمامات الطلاب الانتباه بتأثير من قيمة «أنا هنا الآن»، فإن إعطاء الطلاب هدفاً يعدّونه جديراً ببذل مجهود، يساعدهم على تحديد ما يرغبون في تعلمه وما تريد أن تعلّمهم إياه. فمثلاً، يكون تعلم المساحة والمحيط أكثر قيمة عندما يرون عينة من النسخ الأولى، وسيرسمونها فوراً عند موافقة «لجنة الإشراف على البناء في المدينة» على خططهم، (إذ يجب أن تكون الحسابات صحيحة للحصول على إذن البناء) ومن ثم سوف يشيّدون مبانيهم في الصف باستخدام الورق المقوّى.

استراتيجية: استخدم الرياضيات لتصنع بيتاً

لا يبني الطلاب عادة منازل «حقيقية» كمنازلهم أو كالأحياء السكنية التي يقطنونها؛ إذ يمكنهم بدءاً من مرحلة الروضة توظيف مفاهيم الرياضيات المتعلقة بالقياس والنسبة والتناسب والتخمين والتوقّع والتصحيح

والمحاولة عن طريق الصواب والخطأ من خلال «أنا هنا الآن» حول أماكن سكن الطلاب. وستجد في كل رابط من روابط العالم الحقيقي بتطبيقات المفاهيم الرياضية، أن كثيراً من الطلاب سيندمجون أكثر عندما يستخدمون قياساتهم في صنع نماذج لبيوتهم، أو خرائط لأحيائهم السكنية.

إن هذا النوع من النشاط يمكن أن يبدأ في المراحل الدنيا –حتى من مرحلة الروضة– ويستمر حتى المراحل اللاحقة. ويمكن أن تبدأ رسوم الطلاب الصغار التي تركز على الحجم النسبي ومواقع الأشياء بقياسات بسيطة في البداية، ثم تتوسع عبر المراحل اللاحقة لتشمل قياسات أكثر تعقيداً، كالمساحة والحجم. ويمكن توسيع النشاط سنة بعد أخرى بتتبع تطبيقات المهارة نفسها التي يستخدمها الطلاب في غرفهم الخاصة، ولكن يمكن الارتقاء بها إلى درجة

تصميم (أو بناء) منازلهم ومدينتهم حتى تصميم منزل أحلام أو قرية خيالية. فمهـارة قياسات البُعدين تتطور بعد ذلك لتصبـح قياسات الأبعاد الثلاثة، وفي النهاية يمكن للطلاب دمج النماذج والحسابات وعلم المثلثات والرسوم البيانية الثلاثية الأبعاد.

يُتّخذ هذا النشاط محفّزاً لمرشّحات الدماغ ونظام مكافأة الدوبامين على حدٍّ سواء؛ لأنه يتضمن الخيارات والإبداع والفرص في استخدام نقاط قوة التعلم والاستراتيجيـات المفضلة لتحقيق النجاح. وعادة ما يطلق المستكشفون العنان لخيالهم، ومن ثم يتابعون الخطط والحسابات. في حين يستمتع قارئو الخريطة بالتخطيط والتنظيم المتسلسل، مستخدمين استراتيجياتهم المفضلة كخطوط الأعداد والمخططات التنظيمية والخطط التفصيلية التي تذكر الخطوات خطوة خطـوة، والتي تشمل الحسابات أولاً، ومن ثـم يتبعها التصميم أو البناء. وتشمل المحفّـزات الإضافية ألبوم صور، أو ملفات تتضمـن إنجازات الطلاب المتعلقة بالخرائط والنماذج عبر السنين. ويمكن أيضاً استخدام ملفات الطالب في عملية التقويم؛ فهي توضّح للمعلمين في السنوات القادمة مستويات مدى الإتقان والمعرفة المفاهيمية لكل طلاب.

وبناءً على المرحلة التي تدرّسها، يمكن تعديل هذا النشاط ليلائم مفاهيم الرياضيات المحورية التي تتوسع كل سنة؛ فتعيد تنشيط المعرفة السابقة، وتوسّع الدورات المفاهيمية. وتُنظم الموضوعات المحورية بطريقة متسلسلة وفقاً لمعايير المراحل من الروضة وحتى الصف الثاني عشر، ولكن الطلاب يعرفون في كل سنة أن خلفيتهم النظرية وخبراتهم بدأت منذ مرحلة الروضة. إن الثقة التي اكتسبوها لأنهم أنهوا المشروعات السابقة والأدلة المرئية على التقدم الذي أحرزوه، تحافظ على الدافعية لديهم والمثابرة من خلال التحديات والأخطاء للانتقال إلى المرحلة التالية. وتتضمن المفاهيم الرياضية المحورية التي يمكن التركيز عليها في هذه

الأنشطة القياس، والأشكال الهندسية وخصائصها، والنسبة، والتناسب، والرسوم البيانية. وتنمو أيضاً الوظائف التنفيذية عندما تتطلب الأنشطة بصورة متزايدة إصدار الأحكام، وتحديد الأهداف، والتنظيم، والتوقع، والتفكير الناقد، وتحليل البيانات، واتخاذ القرارات، والعمل التعاوني، والتواصل، وما وراء المعرفة.

يتعلم الطلاب بدءاً من الهندسة المبكرة (تحديد الأشكال الأساسية في الصف) وحتى تطور مفاهيم الهندسة المحورية، دمج الزوايا المحددة (الزاوية الحادة والزاوية القائمة)، والأشكال الهندسية ذات الأضلاع الثلاثة والأربعة والخمسة، والخطوط المتوازية والمتعامدة، في تصاميمهم. ومن خلال هذه العملية، يتقدم مستوى الطلاب في جمع البيانات من خلال الملاحظة والتخمين البسيطين (كقياس طول الأثاث بأربطة أحذيتهم) إلى قياسات أكثر دقة باستخدام التقنية ومصادر من الإنترنت، مثل الصور الجويّة للأحياء السكنية التي يقطنونها.

وتتطور كذلك الحسابات والعمليات الأساسية عبر المراحل الدراسية. فمثلاً، يمكن أن يحسب الطلاب تكلفة الطوب أو الخشب (لبناء منزل الأحلام) في مرحلة دنيا، وفي النهاية، يمكنهم حساب تكلفة العمال والمواد ومدة البناء. وأما في المراحل العليا، فيمكن أن يُعطى الطلاب قواعد البناء الحقيقية لاتّباعها، ويمكنهم أن ينشئوا جداول إلكترونية كي يعرضوا نتائجهم على طلاب الصف الذين يشكّلون لجنة الموافقة على التصميم المعماري / البناء / تصريح استخدام الأرض. ويمكن استخدام المواقع الإلكترونية، مثل MapQuest و Google Maps بوصفها مصادر معلومات حول قياسات المسافات الطويلة في مدينتهم، ويوفر Google Earth معلومات عن الخرائط التي يمكن تعديلها لتنويع زاوية النظر والحجم لطرح أسئلة إضافية، كتحديد أين يجب أن تكون المباني الجديدة بناءً على عوامل مختلفة تشمل المساحة المفتوحة، ومدى القرب من المدارس، والاعتبارات الجغرافية التي تضيف تكلفة أخرى إلى البناء لمشروع قادم.

ويمكـن للطلاب من خلال هذا المشروع القابل للتعديل بصورة كبيرة، أن يستفيـدوا عبر المراحل المستمرة، ويدركـوا أهمية أدوات الحسابات الرياضية الأكثر دقة، والوظائف التنفيذية للتخطيط ووضع الأولويات. ويحافظون أيضاً على الدافعية لأنه يزداد إدراكهم للدقة والكفاءة اللتين يكتسبونهما كل سنة، وتعكس المهارات الرياضية مدى تحسّنهم في النشاط الذي أحرزوه في العالم الحقيقي مما له أهمية شخصية حقيقية بالنسبة لهم.

✣ استراتيجية: قدّم تجربة من العالم الحقيقي

بالإضافـة إلى تحفيز معالجة «أنا هنا الآن» فـي أدمغة الطلاب، يمكن أن تتضمن الروابط بالعالم الحقيقي حلولاً إبداعية للمشكلات، ومهارات التواصل، والعمل التعاوني، والتحليل الناقد. وبعد أن ينهي الطلاب النشاط، شجعهم على وصـف مـا الذي أحبّوه في هذا الشـاط. وعندما تتصـل تعليقاتهم هذه بأي من المهارات المهمة في القرن الواحد والعشرين، اربط كلماتهم بمفردات مستويات التفكيـر العليـا الرسمية المستخدمـة. فمثلاً، اشرح معنى «إصـدار الأحكام» و «التحليل» للطلاب الصغار، واطلب إلى الطلاب الأكبر سنًّا إعطاء أمثلة على كل مهارة. إن استخدام أسمـاء الوظائف التنفيذية يعزّز من الدافعية عندما يشعر الطلاب بأن الصفات التي يستخدمونها شبيهة بصفات الكبار، عندما «يضعون الأولويات». والنتيجة هي زيادة الإيجابية تجاه الرياضيات وزيادة الثقة بالنفس؛ لأن الطلاب أصبحوا مدركين لقيمة المهارات التي اكتسبوها.

ويمكن للضيوف المتحدثين أن يظهروا، أو يخبروا طلابك كيف أن المفاهيم الرياضية التي يدرسونها حاليًّا مستخدمة في بعض جوانب الوظائف التي يعدّها الطلاب ممتعة ومثيرة للاهتمام. وتتضمن فرص إثارة الدافعية الفردية أن تدع كل اثنيـن من الطلاب اللذين يظهران اهتماماً شديـداً بهذه الشروح أن يرافقا أحـد أصحاب المهن ليقدم لهما بعض الإرشـادات، أو ليقضي معهما جزءاً من

اليوم «في العمل». وهذا بديل ممتاز خاصة لبعض الطلاب الذين ربما لن يحظوا بالمشاركة في الفعالية الوطنية: «خذ أطفالك إلى يوم العمل».

وعندما تذهب لقضاء أعمالك، أو تزور بعض أصحاب المهن أو الخبراء الفنيين لبعض الأمور التي تهمك، فكّر دوماً في طلابك، حتى لو تبيّن أنه لا توجد علاقة بين هذه المهن والطلاب الذين تدرسّهم حاليًّا، واسأل المهنيّ هل يوافق على تقديم عرض للطلاب، أو هل يسمح لتلميذٍ ما أن يرافقه مدة يومٍ مستقبلاً. واحتفظ بقائمة بأسماء هؤلاء الأشخاص، وكذلك بأسماء أولياء الأمور الذين عبّروا عن رغبتهم في تقديم عرض، أو استقبال طلاب بين الحين والآخر لمرافقتهم (فكر في إضافة هذا الخيار إن لم يكن موجوداً في بطاقة المعلومات التي يعبئها أولياء الأمور في بداية العام الدراسي). وحين تبدأ بكتابة القائمة، ستدرك أن الخبّازين والطهاة وأصحاب المحال التجارية والميكانيكيين وفنيّي إصلاح الحواسيب ومهندسي الديكور والمعماريين ومنسقي الحفلات جميعاً، يمكن أن يكونوا محفّزين لطلابك في العالم الحقيقي. إنهم المحفّزون الذين يمكنهم أن يبيّنوا **كيف** يستخدمون المهارات الرياضية نفسها التي يتعلمها طلابك، ويربطوا هذه المهارات باهتمامات الطلاب.

بعد أن تعرّض طلابي إلى بعض الجوانب في العالم الحقيقي، فقد كتبوا تقارير حول مسائل رياضية معينة استخدموها مع مرشديهم في المهن. وإن ردود الأفعال الإيجابية على هذه التقارير التي عبّر عنها حتى أكثر طلابي نفوراً، تذكّرني بأن آراء الأصدقاء لا تقدّر بثمن لدى الطلاب، ولها تأثير في العادة أكبر من أي شيء قد أُخبرهم به عن قيمة الرياضيات.

استراتيجية: وفّر مساحة في الصف لمساهمات الطلاب

مـن المفيـد أن يفكر الطلاب فـي الأماكن التـي رأوا فيهـا استخداماً ما للرياضيـات، أو كيـف يمكنهـم أن يستخدموها خارج الصـف. ويمكن أن يقصّ الطلاب الإعلانات التجارية من الصحف، أو يحضّروا قوائم طعام، أو يكتبوا حول العمليات الرياضية التي استخدموها عندما بنوا بيتاً للعصافير، أو حين حصلوا على أفضل سعر لمنتج عُرض في مختلف التخفيضات والحسومات.

وإنني أرحّب أيضاً بأمثلة الرسوم البيانية أو الإحصاءات التي يجدونها في إعلانـات الصحف التي تعرض انطباعات غير صحيحة، كرسم بياني بالأعمدة يُظهـر فقط قمة الأعمدة لإعطـاء صورة كبيرة مبالغ فيها عـن فرق بسيط بين منتجـات شركات عدة. وقد تتضمن الأمثلة أيضاً أموراً أخرى كمتوسط ضربات الكـرة، أو الإشـارات التاريخية في الأفلام أو الروايات التـي تتعلق بالرياضيات (مثل سعر منتجات معينة في القرن التاسع عشر التي يستطيع الطلاب مقارنتها بالأسعار الحالية).

شجّـع طلابك على مشاركـة زملائهم في الأمور التي تتعلـق بالرياضيات والأرقـام التـي يلاحظونها عندما يذهبون في رحـلات أو للتسوق. واطلب إليهم أن يستمعـوا إليك عندما تستخدم الرياضيات فـي حل المشكلات، كأن تسألهم مثلاً: كيف حسبت عندما ذهبت إلى السينما وكان معك ما يكفي من المال لشراء الفشـار، وأردت أن تحتفظ بدولارين لتدفعهمـا أجرة اصطفاف السيارة؟ وذكّر الطلاب بأن مرافقتهم آباءهم لمتجر بيع المعدات المكتبية أو متجر بيع المعدات الثقيلة، هي فرصة لاستكشاف أدوات قياس ومقارنة الحجوم الكبيرة بالصغيرة **لأكبـر من وأقل مـن**، والنسب المئوية، والتخفيضات، وضرائب المبيعات. وأعطِ «علامة إضافية» للطلاب الذيـن يساهمون في لوحة النشرات، أو الذين يكتبون تقارير حول استخدامات الرياضيات خارج الصف.

❖ استراتيجية: استفد ممّا يحبّه الطلاب وممّا لا يحبّونه

قليلـة هي الأشياء المحفّزة كتحفيز الهـدف المشترك: إما الحصول على شـيء يرغبه الجميع وإما تغيير شـيء يكرهه الجميع أو التخلص منه. لذا اسأل سـؤالاً محـدّداً جدًّا حتى لا تكـون إجابات الطـلاب كلها حول كـره الامتحانات والواجبات المنزلية، وسوف تحصل على شكاوى مشتركة، مثل الطوابير الطويلة أمـام المقصف، أو بطء إشارات المرور في الطريق إلى المدرسة، أو قلة الوقت المتاح بين الحصص، أو الإعلانات المضلّلة التي تظهر أن نوعاً ما من حبوب الإفطار يحتوي على حلوى الخطمي أكثر ممّا يحتويه في الواقع.

واحتفـظ بقائمة الجُمل التي تبدأ بِ «أشعر بالغضب» على السبورة، وارسم عموداً آخـر للأفكار بعنوان: «ماذا يمكنني أن أفعـل بشأن ذلك؟». عندما تكون في خضم تدريس وحدة دراسية، فكّر في المسائل التي تستهوي اهتمام الطلاب ممـا يمكن حلّها بوساطة الرياضيات، واسأل الطلاب: ما الوضع الذي يطمحون إليـه. بمعنى آخر، ما الوضع المثالي الذي يمكن أن يحلّ المشكلة؟ وعندما ترى الطلاب متحفّزين من خلال الهدف المشترك، اعرض عليهم «الحل» الرياضي.

إذا اعترض الطلاب لدى المدير على طول مدة الطابور في حصة الطعام، فما المعلومات التي يحتاجون إليها لإثبات وجهة نظرهم، وما الحلول التي يمكنهم أن يقدّموها؟ إذا كنت تريد تدريس كيفية حساب الوسط الحسابي (المتوسط)، فاستمع للأفكار التي يمكن تقييمها من خلال معرفة كيفية إجراء هذه الحسابات. وعندما يقترح الطلاب القيام بتحقيقات، مثل إيجاد مدة الانتظار في أيام مختلفة، ومحاولة معرفة سبب طول مدة الطابور في أيام معينة أكثر من أيام أخرى، فإن لديك الفرصة لترشدهم حتى **يرغبوا في تعلم ما تريد.**

سيتضــح قريباً أن الطلاب بحاجة إلــى بيانات لمعرفة إن كان هناك نمط معيــن. وبعد أن يقترحوا، مثــلاً، يمكن أخذ قياسات مــدة انتظار كل طلاب في الطابور في فترات حصة الطعام لمدة أسبوع، ثم ماذا بعد ذلك؟ هل يمكنهم أن يعطــوا المدير هذه الأعداد كلها كما هي؟ وماذا سيثبت ذلك؟ سيدرك الطلاب أنــه يتعين عليهــم القيام بأمرٍ ما لتلخيصــ بياناتهم لدعــم المعلومات ولإثبات شيء ما. وعندما يكتشف الطلاب أنماطاً معينة، سيتمكنون من كتابة تقرير حقيقي للمدير يخبرونه فيه، مثلاً، أن متوسط مدة الانتظار في طابور غداء الساندويش الأمريكــي سلوبي جو بين 12:10 و 12:30 هو 10 دقائق، في حين يكون المتوسط في غداء الماكدونالدز والجبنة 6 دقائق فقط.

مثلما أن الموسيقى الجديدة المتعلقة بدرسٍ ما لا تقفز إلى الذهن فوراً كلما خطّطــت للدرس، فكذلك الأمور التي يحبها الطلاب وتلك التي يكرهونها. ولكن كلما استمعت بانتباه أكثر، تولّد لديك إدراك جديد بالأغاني والأحداث والأشياء الحديثة وغيرها من الأمور التي قد يهتم بها الطلاب.

دوّن على نحو ما ورد في استراتيجية «مراقبة الطفل»، أسماء الأغاني التي قد تناسب الدروس القادمة، أو اكتب ملاحظات حول القضايا المحتملة التي قد تثيــر اهتمام الطلاب، مثل الطابور الطويل من السيارات الذي يحدث في الأيام الممطــرة لإيصال الطلاب إلى المدرسة. وشجع الطــلاب على أن يخبروك إذا سمعوا أغنية تتعلق بالرياضيات، أو كانت لديهم شكوى حول أمرٍ ما. وكلما زادت قائمــة الأشياء التــي يُراد التحقق منهــا، وتراها كل يوم، عمــل دماغك روابط، وحظيــت بلحظة «آه!» إن مشكلة ازدحــام السيارات في الأيام الممطرة يمكن أن تكون دافعــاً كبيراً لدرس خط الأعداد أو الرســوم البيانية عندما يقيّم الطلاب أماكن بديلة لإنزالهم حول محيط المدرسة.

استخدام أفكار «وجدت الرياضيات»

هناك فرص لإثارة الدافعية لدراسة الرياضيات بالمشاركة في تنفيذ أنشطة الاهتمام الكبير «أنا هنا الآن» حولك في كل مكان. فعلى سبيل المثال، عندما تدرك أن بعض التواريخ لها خصوصية، كحقيقة أن 10 من سبتمبر من 2011 بعد 6 صباحاً قد يُكتب على النحو الآتي:08:07:06 09 /10 /11، ستعتاد كتابة وجمع ملاحظات حول كثير من خيارات حياة **الطلاب** الواقعية المتعلقة بالرياضيات لتعرضها عليهم. واحتفظ بهذه المجموعة من الأفكار قريبة منك عندما تحضّر الدروس، وسوف تتفاجأ من تكرار قفز الأفكار الجيدة إلى ذهنك. وفيما يأتي بعض هذه الأفكار لكي تنطلق منها:

استراتيجية: استخدم كتالوجات البريد الإلكتروني

يمكن أن يستخدم الطلاب الصغار الكتالوجات التي تطلب عبر البريد الإلكتروني لإيجاد أكبر عدد من الأشياء التي يمكنهم أن يشتروها بمئة دولار، أو أكبر عدد من الأشياء ملوّنة بلونهم المفضل التي يمكنهم أن يشتروها بثمن يقترب من مئة دولار دون أن تتجاوز هذا المبلغ. وكذلك، ما المدة التي سيستغرقونها للادّخار لشراء أكثر شيء يرغبون فيه إذا كانوا يكسبون دولارين أسبوعيًّا، وأما بالنسبة للطلاب الأكبر سنًّا، فإنهم يكسبون دولارين في الساعة عندما يجزّون العشب، أو 3 دولارات عند رعاية الأطفال أو جرف الثلج؟ وما الطرق المختلفة التي يمكنهم اتباعها لأداء عملين لكسب المبلغ الذي يريدون؟

ستجد أفكاراً يمكن أن يستخدمها الطلاب من هذه الكتالوجات في حل الأسئلة التي تختارها من كتاب الرياضيات. وأما بالنسبة للطلاب الكبار فيمكنك، تبعاً للموضوع، أن تطلب إليهم حساب ضريبة المبيعات المئوية عندما يجيبون عن السؤال نفسه. وعندما يفكر الطلاب في مشتريات باستخدام كتالوجات حقيقية

تعرض منتجات يحبّونها، فإن ذلك يزيد من دافعيتهم وقدرتهم على إدراك قيمة الرياضيات في حياتهم.

استراتيجية: استنبطها

ما قيمة «أنا هنا الآن» الذي يمكن أن يكون جاذباً للطلاب أكثر من نبضات قلبهم؟ اطلب إلى الطلاب قياس نبضات قلوبهم، ثم الركض في مكان ما لثوانٍ عدة، واختبر بعد ذلك نبضهم مرة أخرى لعمل مقارنات عدة مختلفة، وإيجاد متوسط نبضات القلب لطلاب الصف كلهم. وقد يتضمن توسيع هذا النشاط تحديد المعدل لكل ثانية بعد أن يتوقفوا عن الركض، وتحديد المدة الزمنية بعد الانتهاء من التمرين الرياضي لعودة نبضهم إلى المستوى الطبيعي. (تتعلق هذه القياسات بالحسابات المرتبطة بصورة وثيقة باللياقة البدنية التي يمكن مناقشتها للتشجيع على ممارسة الرياضة. ويفضل تشجيع الطلاب على تقييم نجاحهم في ممارسة تمارين بدنية عن طريق تسجيل عدد نبضات القلب عندما يعودون إلى الحالة الطبيعية).

استراتيجية: استفد من الأحداث الكبيرة والعُطل

تتضمن «الأحداث الكبيرة» الأنشطة في المدرسة مثل، الهرولة، والمهرجانات المدرسية، والمباريات الأكاديمية ومسابقات الرياضيات، والأحداث الرياضية (المحلية والوطنية والدولية) التي تتضمن كثيراً من الأعداد والفرص لإجراء الحسابات. فعندما حملتُ الشعلة الأولمبية عام 2002، وركض الطلاب على الطريق، أرادوا معرفة كل شيء عن الشعلة. وكلما مرّروها، شرحتُ لهم تعليمات حمل الشعلة: «يجب أن تحملوها وهي قائمة، ومع أن وزنها (المقصود الكتلة) 1.82 كيلو إلا أنها ستبدو أثقل من ذلك في أثناء الركض لمسافة ربع ميل، لذا لا تتردّدوا في تبديلها من يد إلى أخرى».

لقد جرّب الطلاب وزنها بأنفسهم، وأرادوا أن يتحققوا من صحة ما وصفته لهم. لقد كان لهذا وقت كافٍ لمراجعة الرسم البياني أو التمهيد له، أو رسم جداول المدخلات والمخرجات، أو صياغة معادلات جبرية باستخدام متغيري المسافة والوزن بوصفهما عاملين ثابتين. لستَ بالطبع بحاجة إلى الشعلة الأولمبية لتنفيذ هذا النشاط، إذ يمكن للطلاب أن يختبروا هذه الظاهرة فيحملون مثلاً وعاءً كبيراً من الحساء لقطع مسافات مختلفة. ومن ثم يمكنهم أن يجرّبوا باستخدام ميزان ذي نقطة ارتكاز وصواني الانزلاق لتحقيق التوازن بتحريك نقطة الارتكاز. (إن هذا الإدراك بأن الوزن يبقى ثابتاً، ولكن القوة هي التي يمكن أن تزداد باختلاف البعد عن نقطة الارتكاز بوصفها أحد العوامل لقياس مستوى الأطفال في الحساب).

كن سائق الزلاجة. طُلب إلى طلابي في الصف الخامس قراءة قصة في عطلة الصيف عن فتاة تقود زلاجة الكلاب في سباق إيديتارود السنوي المعروف (الذي قد يستغرق أكثر من 10 أيام). وعرفتُ أن معرفتهم السابقة ستكون محفّزة لهم، لذا عندما اقترب موعد السباق الحقيقي، زرتُ الموقع الرسمي للسباق لأبحث عن أسماء سائقي الزلاجات وأرقامهم في ذلك العام، ثم خطّطت لأنشطتي الخاصة، ووجدت المزيد في الموقع في قسم «المعلمون» الذي يتضمن سباق المطاردة التفاعلية ورابطاً هو «اختر موضوعاً في الرياضيات: صمّم درساً». فطلبت إلى كل طلاب أن يختار من الصندوق اسمين من أصل 80 اسماً من سائقي الزلاجات في الميدان، حيث يترك ذلك أسماءً أكثر في الصندوق للطلاب الذين خسروا سباق الزلاجات في وقت مبكر.

بدأت أنشطتنا بحسابات بسيطة، مثل عدد الجوارب التي تلبسها الكلاب بناءً على عدد الكلاب الذي يبدأ بها سائق الزلاجة وهي 16 كلباً، ومن ثم توسّعت أنشطتنا لتشمل القياسات التجريبية، والتحويل المتري، والرسم البياني للمسافة والزمن لدراسة مفهوم المعدل، وتغير درجات الحرارة من أجل عمليات الجمع أو

الطرح أو الرسم البياني العمودي أو الأعداد الصحيحة السالبة، وحتى الأشكال الهندسية لإيجاد أشكال الزلاجات، واستخدام نظرية فيثاغورس لحساب مسافة الانطلاق من موقع السائق إلى أقرب مستشفى بيطري. وقد أصبح الوسط الحسابي والوسيط والمنوال والمدى مفاهيم قيّمة «أنا هنا الآن»، عندما تتعلق بدرجة الحرارة في الملعب والمسافات بين سائقي الزلاجات الذين اختارهم الطلاب.

استخدمت «رياضيات سائق الزلاجة» في إجراء سلسلة من الأنشطة، ومراجعة دروس العام في الوقت المناسب لتقديم امتحان الولاية.حيث يكون أحياناً، شهر مارس (شهر سباق الإيديتارود) حسّاساً بالنسبة للطلاب؛ إذ تتبعه عطلة الربيع والامتحانات، لذا فإن توقيت هذا السباق وكثيراً من الأنشطة ذات الصلة هو توقيت مثالي. وعندما تُبنى الحسابات على موقع سائق الزلاجة على طول مسار السباق، يستطيع الطلاب أن يعملوا في مستوى التحدي القابل للتحقيق ضمن مستويات مختلفة من الحسابات؛ حيث يجمعون بيانات للمقارنة مستخدمين معلومات عن السائقين الذين اختاروهم، كالمقارنة بين الوقت الذي سيستغرقه السائق الذي اختاروه عندما يريد الحاق بالسائق الذي جاء في المرتبة الأولى إذا زادت سرعته على ميلين في الساعة (ومن ثم، لإضافة المزيد من التعقيد، إذا زاد السائق في المرتبة الأولى سرعته ميلاً في الساعة في الوقت نفسه).

بعد ظهيرة كل يوم، عندما كنتُ أعلّق على اللوحة، ترتيب السائقين في السباق ، كان الطلاب يعودون مبكرين من حصة الطعام ليروا نتيجة «عملهم». ولم يكونوا بحاجة إلى أي تحفيز ليحضروا أقلام الرصاص ويحسبوا المسافة التي قطعها سائقوهم في اليوم السابق، وكم بقي عليهم أن يقطعوا حتى يصلوا إلى النقطة التالية، أو خط النهاية في مدينة نُوم. واعلم أنك تكون على صواب عندما يحضر طلابك إلى الصف مبكرين ليدرسوا الرياضيات!

كـرّم الرؤساء. المال بلا شك عامل محفّز؛ لذا علّق في الصف، قبل عطلة نهاية الأسبوع لتكريم الرئيس، ورقة نقدية من فئة الدولار، وأخرى من فئة الخمسة دولارات (علّقهمـا على ارتفاع عالٍ جدًّا). وعندما يتحمّس الطلاب، اسأل أسئلة على النحو الآتي: «أيّ الرؤساء يكرّمون في عطلة نهاية الأسبوع هذه؟»، «هل يوجد أي تلميحات على الأوراق النقدية؟»، ومن ثم يمكنك أن تنتقل إلى أنواع الأنشطة كافـة المتعلقة بالأعداد، كأن يعمل الطـلاب في مجموعات لإجراء مجموعة من الحسابات باستخدام العددين 1 و5. وأما بالنسبة للطلاب الكبار، فذكّرهم بأنه يمكنهم أن يستخدموا الأُسس أو الكسور الاعتيادية أو غيرها من العمليات. ولمزيد من التنويع وإعطاء معرفة تاريخية للدرس، غيّر الأعداد إلى 1 و 16 ، وانظر هل عرف الطلاب لماذا اخترت هذه الأرقام.

ستجد أن الطلاب متحفّزون ببساطـة لمشاهدتهم الأوراق النقدية معلّقة فـي الصف، حتى لـو أنهم يعلمون أن المال ليس لهـم. فالمال يحفّز المرء حتى لـو لم يكن حقيقيًّا لأنه مرتبط بالمتعة، وهـذا يعني زيادة انتباه النظام الشبكي المنشّط، وإفراز الدوبامين.

دع الوقت يمر بسرعة. عندما تحدث التغيرات الموسمية، فإن تقديم الساعة أو تأخيرهـا (تبعاً للتوقيت الشتوي أو الصيفي) قـد لا يتبعه عادة تغيير ساعات المدرسـة وساعات بعض الطلاب. إذ يمكن أن تبـدأ الدرس بالسؤال الآتي: هل تأخّـر أحدهم أو بكّر في موعد يوم الأحد؛ لأنه نسي تغيير التوقيت؟ ستزيد هذه المقدمة من مستوى اهتمام الطلاب، لذا خطّط في المراحل الدنيا لأحد دروس «قراءة الوقت» في هـذه الأيام. واستخدم في المراحل العليا، أي عملية تدرّسها لإجـراء حسابات بناءً على اختلاف المناطق الزمنية (يمكن أن ينجح هذا حتى مع الأعداد السالبة وخـط الأعداد). ويمكنك طباعة خريطة لمنطقة زمنية من

الإنترنت، وتطلب إلى الطلاب اختيار دول يرغبون في زيارتها أو التي لهم ارتباط شخصي بها، وإجراء حسابات تناسب مستواهم حول اختلاف التوقيت فيما بينها.

الاستفادة من تطبيقات الوسائط المتعددة في العالم الحقيقي

تصلح أمثلة الكتاب نماذج عند وضع مسائل ذات معنى مرتبطة باهتمامات طلابك، والأنشطة المدرسية، وبطاقات «مراقبة الطفل»، والأحداث الحالية، حيث يتوافر الكثير من هذه الأمثلة فـي الإنترنت لتناسب الوحدة الدراسية والمعايير المرتبطة بها. ولكنك تستطيع أن تعمل أكثر من ذلك بوساطة البرامج الحاسوبية، والألعاب الممتعة المصمّمة للتمرين على المهارات التأسيسية، والمُعزّزة بالخبرة الإبداعيـة للمبرمجين الذين يعرفون ما الذي يستمتع الأطفال بلعبه في الأعمار المختلفة. وفضلاً عن مزايا توافق التجارب الحاسوبية في الرياضيات مع المعايير ونتائج رصد التقدم التي توفرها للمعلمين، فإنها مثالية للتعلم والتمرين وتطوير المعرفة التقنية التي يحتاج إليها طلابنا في القرن الواحد والعشرين.

استراتيجية : استخدم المحاكاة الحاسوبية

ليس من المستغرب أن تكون المحاكاة الحاسوبية الممتازة متاحة في الرياضيات، وتقـدم تحديّات مناسبة، واختيارات مثيـرة للحواس مرتبطة بنقاط قوة التعلم، والخيارات، والتغذية الراجعة التصحيحية، والسجلات التي يعدّها المعلمون المتعلقة بمستوى تقدم الطلاب من أجل التقييم. وقد ضعتُ في قسم المصادر من الإنترنت (الملحق أ)، قائمة بالبرامج التي استخدمتها بنجاح مع طلابي، ولكن هذه البرامج تتغيـر وغير متوافرة على الإنترنت؛ لذا فإنـك ستحتاج إلى تقييمها بنفسك قبل أن تدع طلابك يجرّبونها.

وأحد هذه البرامج المفضلة لـديّ مصممة للمرحلة الابتدائية العليا (من الموقع الإلكتروني www.coolmath–games.com) وهو كشك عصير الليمون. وهـدف هذه اللعبة، هو كسب أكبـر قدر ممكن من الأرباح في 30 يوماً من العمل في كشك العصير. حيث يتحكم الطلاب في هذه اللعبة في الأسعار وقوائم الجرد وشراء اللوازم والجـودة (سيكتشفون أن وضع كميات كثيرة من الثلج أمر مكلف ويُضعف المذاق، ولكن وضع كميات غير كافية من الثلج يُعد مشكلة في يوم حار، وهذه قيمة خيار التأكد من حالة الطقس الذي تعرضه اللعبة). وهذه اللعبة ممتعة جدًّا لدرجـة أن طلابي في المرحلة المتوسطة (الذين لا يستطيعون اختيار هذه اللعبـة في أثناء الحصة؛ لأنها أبسط من مستواهم وأقل من أن تضيف شيئاً إلى معرفتهم النظرية أو الإجرائية) يأتون إلى الصف خلال حصة الطعام والاستراحة؛ ليلعبوا مع الرياضيات!

وهناك كثير من ألعاب محاكاة العالم الحقيقي المجانية للمراحل الدراسية المختلفـة والموضوعـات على موقـع Cool Math Games. وعندمـا تقيّم هذه الألعـاب، ستتمكن مـن إضافتها إلى قائمتك عن روابـط العالم الحقيقي لخطة دروس العام الدراسي.

أمّا الألعاب الجاذبة للمراهقين فهي صعبة ولا ننصح بها. فألعاب الرياضيات التي تجذب المراهقين غالباً ما تتضمن العنف والدم، ولكن بعضها مصمّم على نحوٍ ممتاز للتحليل المفاهيمي والتحليل متعدد العوامل، حيث إنني أوصي بإلقاء نظرة عليها، ومن ثم تقرر إن كانت تصلح لطلابك أم لا.

إحدى أشهر هذه الألعاب هي Dimenxian (http://dimenxan.en.softonic.com)، إذ تبدأ هذه اللعبة بإطلاق فيروس حيوي–رقمي على جزيرة نائية، يهدّد بإصابة النظام البيئي بالعدوى، والقضاء على الجنس البشري. فالرياضيات مطلوبة في هذه اللعبة (تحليل المعادلة الخطية

والرسم البياني والتطبيقات)؛ لعزل الفيروس وإعادة الجزيرة إلى حالتها البيئية الأصلية، والحماية ضد الطفرات. ويُعدّ مستوى هذا البرنامج ضمن مستوى ما قبل الجبر أو الجبر المبتدئ. ومع أن اللعبة مُبرمجة لتسجيل نقاط للعمل الجماعي، ولكن يمكن تعديلها للعمل المستقل المتقدم؛ لأنها تتبع نموذج التحدي القابل للتحقيق.

إن مثل هذه الألعاب التي تطبق الإجراءات لاستخدامها في مواقف جديدة هي مثيرة لاهتمام الطلاب، وتستخدم المعالجة الذهنية في نقل التعلم لديهم؛ دين، كالو (Din & Calao, 2001). وتستحق هذه اللعبة أن تجرّبها بنفسك؛ فهي مثال جيد على ما تبحث عنه في ألعاب محاكاة الرياضيات، وهي لعبة مثيرة للحواس وجذابة بسبب الرسوم البيانية والتفاعل، وتقدم تغذية راجعة، وتوفر فرصاً للعثور على طرق بديلة لحل المشكلة، وتسمح للاعب بتصحيح الأخطاء وتعديلها حيث تصبح الإجراءات مناسبة. وفضلاً عن ذلك، فإنها أداة تقويم مفيدة؛ لأن أداء الطلاب لا يُسجل فحسب، بل يُحلّل أيضاً ليكشف عن أنماط الأخطاء التي تدل على الموضوعات التي يحتاج إليها الطلاب في المستوى المتقدم؛ لإشراكهم فيها عند تدريس موضوعات معينة للصف. ومن ثم يمكنك تصميم تمرين في الواجب المنزلي يتعلق بمواطن الضعف المكتشفة.

✣ استراتيجية: استخدم رياضيات سوق الأسهم

هناك نشاط آخر يستمتع به الطلاب، يمكن إيجاده على الموقع الإلكتروني: www.stockmarket.game.org. وفي الحقيقة يذكّرني طلابي بأن أدعهم يستخدمون هذا النشاط لأنهم يعرفون أنه متعلق بخطة المنهاج للعام الدراسي. وإنني أطلب أيضاً إلى طلابي أن يشاهدوا الخطط التي أضعها؛ لأنني أحبّ أن أطلعهم كيف أخطّط وأنظم، مستخدماً الأهداف طويلة المدى وقصيرة

المـدى على حدٍّ سواء. وهذه المشاركة هي نوع مـن نمذجة التخطيط التي تنفع تطوّرهم في هذه الوظيفة التنفيذية.

رياضيـات سوق الأسهم هـي برنامج آخر قائم علـى المعايير، ولكنه فوق مستـوى معظم الطلاب حتى الصف الثالث أو الرابـع الابتدائي. ولكن يمكن أن يكـون نشاطاً ممتـازاً إذا كان مستقلاً ليمارسه الطلاب بعـد إتقانهم الموضوع الحالي الذي يدرسونه. ولمّا كنت قادراً على ربط المستويات المتقدمة من مفاهيم البرنامج بالمفاهيم التي يطبقها سائر طلاب الصف، فإنه يمكن للطلاب الذين يستخدمون رياضيات سوق الأسهم مشاركة زملائهم في اكتشافاتهم أو تجاربهم بوصفها وسيلة لتحسين مهارات التواصل لديهم، وتحفيز زملائهم الذين سيرون ما الذي يمكنهم القيام به بقليل من المعرفة التأسيسية.

يوفر البرنامج الأساسي فرصاً لنقل المفاهيم، وتعلم الرياضيات المناسبة لكل مرحلة، إلى أساسيات الاقتصاد باستخدام «حسابات عمولة» الطلاب. ومع أنه مصمّم لتستخدمه المجموعات الصغيرة، حيث يبني الفريق وظائف قشرة الدماغ الأمامية التنفيذية وهي التفاوض والتعاون، إلا أنه يمكن تعديله إن كان لديك طلاب أو تلميذان جاهزان للعمل في هذا المستوى. إن كلاً من النشاط الفردي ومشاركة الفريق يشتمل على التحليل الناقد، وصنع القرار، وتطوير المعرفة التقنية. وفي الوقت نفسه يتعلم الطلاب أهمية توفير المال، وأخطار الاستثمار وفوائده -وهي يا للأسف، معلومات ناقصة في معظم المدارس وحتى في الجامعات.

تدفـع المدارس نحـو 17 دولاراً لكل فريق لمزاولة سـوق الأسهم في منهج الرياضيات الكامل الذي يشمل محاكاة العمليات التجارية باستخدام الحاسوب، ويرتب الفرق بناءً على الولايات أو الفئة العمرية. وفي نهاية الفصل، يفوز الفريق الـذي حصل على أفضل العائدات الربحية فـي كل ولاية، ويحصلون على جوائز على صورة دمى الدب والثور، أو شهادات تقدير أو غيرها من الجوائز.

استراتيجية: مارس ألعاب الرياضيات بالأنماط

يستمتع الطلاب بالألعاب التي تتيح لهم القيام بالتخمينات وتحسين الدقة. وهـذا النوع من النشـاط يتيح للدماغ ممارسة مهارة الأنمـاط، وهذا أمر حيوي لتوسيع المفاهيم من خلال دمج المدخلات الجديدة في المعرفة السابقة. ويطور الطـلاب أيضاً روابـط إيجابية بالعمليات الحسابية التـي حفظوها عندما كانوا يمارسون الألعاب والأنشطة المعزّزة. ويمكن أن تكون هذه الأنشطة محطة للعمل أو أنشطة مركزية، أو أنشطة للمجموعات الصغيرة التي تُنفَّذ في أثناء عملك مع الطلاب أكثر من تدريسك المباشر، أو احتفالاً بإتمام الوحدة الدراسية بنجاح.

إن ألعـاب الألـواح أو الألعـاب المعالجـة التـي تتناول مهـارات المفاهيم الرياضيـة، ومنها ألعاب حرب السفن، ولعبة الداما، والشطرنج، وربط الزوايا، والدومينو، وألعاب التفكير، وألعاب السجون، ولعبة بنتي، وبطاقات التركيز وألعاب الألـواح ولعبة جينكي، والمونوبولي (لعبة الاحتـكار)، ولعبة أحجار النـرد (tic–tac–toe) ثلاثية الأبعاد، و Rummikub، وtangrams، هي جميعها ألعاب رائعة لتعليم التفكير المنطقي وممارسة التفكير الرياضي. وإن ألعاب الورق، مثل لعبة دعنا نصطد السمك، والثمانية المجنونة، وسوليتير رومي، ولعبة القلوب، والحرب، تتضمن أيضـاً التفكير الرياضي. ويمكن استخدام لعبة ورق الحرب في عمليات الجمع أو الضرب، حيث يمرّر موزع ورق اللعب الأوراق كلها، على ألا ينظر اللاعبون إلـى أوراقهـم، ثم يكشف كل لاعب ورقتين، ويفوز فـي لعبة الجمع اللاعب الذي لديه أكبر مجموع. وأما في لعبة الضرب، فيفوز اللاعب الذي يملك أعلى حاصل ضـرب. وتستمر اللعبة حتى تنفـد الأوراق من أحد اللاعبين. وتثير هذه الألعاب دوائر الرياضيات العصبية، كلعبة سودوكو وألغاز الرياضيات. وإن تعلّم الخدع التي تحدث بوساطة أوراق اللعب أو محاولة اكتشافها تحرّك أيضاً الدوائر العصبية.

ويُنصح أيضاً بلعبة البوكر للطلاب الكبار؛ لأنها تتضمن التخمين والأنماط. فاللاعبون لا يحتاجون فقط إلى تقييم ما لديهم من أوراق، بل إلى استنتاج ما لدى خصومهم أيضاً من أوراق. وتساعد لعبة الشطرنج الطلاب على تطوير مهارات التفكير الناقد كالتخمين والتحليل. والطلاب الذين يعتادون على الخطوط الأفقية والعمودية للوحة الشطرنج –وكيفية ترقيمها– يتعلمون كذلك أساسيات الخرائط (خطوط الطول والعرض، المحرر) وإحداثيات الرسوم البيانية.

❖ استراتيجية: ممارسة ألعاب الدعم للمستويات المتباينة

نتفق أو لا نتفق. يتبادل اللاعبون الدور في رمي أحجار النرد، ومن ثم إيجاد حاصل جمع النقاط (بناءً على العمر والقدرات، ويمكن أن تحدث عملية الجمع ذهنيًّا لممارسة تمارين الرياضيات الذهنية، أو بمساعدة القلم والورقة لممارسة الحساب). والهدف هو تسجيل أعلى عدد ممكن من النقاط دون أن يتجاوز 100. ويتعين على الطالب أن يرمي حجري النرد كليهما في كل مرة. ويتبادل اللاعبان الدور في كل مرة، ولكن اللاعب الذي يفوز باللعبة هو الذي يقترب من الرقم 100 دون أن يتجاوزه.

ألعاب الفريق. يمكن ممارسة لعبة Jeopardy بتقسيم الصف إلى فريقين. فإذا أجاب اللاعب عن سؤال إجابة صحيحة يحصل فريقه على نقطتين، وإذا طلب المساعدة من زملائه وأجاب الإجابة الصحيحة، يحصل فريقه على نقطة واحدة. أما الإجابات غير الصحيحة فليس لها نقاط أو عقوبة. ويمكن تعديل اللعبة بسهولة لتناسب كل مرحلة، باستخدام أي موضوع بدءاً من حقائق الضرب إلى ضرب الأعداد الصحيحة السالبة. ويمكن أن يطلب إليك الطلاب أن تسألهم أسئلة «ساخنة»، أيِّ صعبة، أو «ساخنة جدًّا»، أو «ساخنة للغاية» فيحصلون على النقاط إن أجابوا عنها.

ويمكن أن يساعدك الطلاب على تحضير أسئلة لتستخدمها في اللعبة عندما يعملون في مجموعات متجانسة ضمن مستوى التحدي نفسه القابل للتحقيق على الموضـوع المعطى لهم؛ حيث يصوغون في مجموعاتهم أسئلة للمجموعات التي تحدّدهـا لهم، علـى أن تكتب المجموعـات الأكثر تقدماً أسئلـة ضمن المستوى «ساخنـة للغاية». وبعد أن يكتب الطلاب في هـذه المجموعات أسئلة بمفردهم، ثم يمرّروها فيما بينهم ليتأكدوا من حصولهم على الإجابة نفسها، وإذا اختلفت إجاباتهـم فعليهم أن يعملوا معاً ليجدوا الإجابة الصحيحة. وإن كان هناك عدد كافٍ مـن الطلاب ليشكلوا مجموعتين على أن تأخذ كل منهما مستوى معيناً من الأسئلة، فإن هاتين المجموعتين ينبغي أن تكونا في فريقين متقابلين حتى لا يجيب الطلاب عن الأسئلة التي وضعوها خلال اللعبة. وإذا لم يكن هناك عدد كافٍ من الطلاب في المستوى الواحد، فغيّر فقط جزءاً من السؤال عندما تستخدمه، ثم ضع الأسئلة السابقة على بطاقات حسب مستوى صعوبتها. ويمكن تقديم الدعم للمجيبيـن عن الأسئلة بالسماح لهم باستشارة أعضاء «حبل النجاة» من أعضاء فريقهم قبل أن يعرضوا الإجابة النهائية.

بينغو الرياضيات. اطلب إلى الطلاب كتابة الأرقام من 1 إلى 25 على بطاقات البينغو بأي ترتيب يختارونه (مستخدماً عدداً أقل من المربعات للطلاب الصغار)، ثـم ارم أحجـار النرد الثلاثة، واكتب الأرقام الثلاثة علـى السبورة. وسواء عمل الطـلاب في فرق أو بصورة فردية، فإنهم يستخدمون ثلاثة أعداد فردية في أي عمليـة حسابية ليشطبوا عموداً أو صفًّا أو خطًّا قطريًّا على بطاقات البينغو التي تخصّهم. والقاعدة هي أنه لا بد من أن يستخدم الطلاب الأرقام الثلاثة كلها في كل عملية حسابية، ولا يمكنهم تكرارها في العملية الواحدة. وتتضمن الخيارات للطلاب الكبار استخدام الجـذور التربيعية والأسس والأقواس. واسمح للطلاب الذيـن يحتاجون إلى الدعم بأن يستخدموا أعداداً فردية وحدها أو عددين بدلاً

من ثلاثة. وعندما يريد معظم الطلاب مجموعةً جديدة من الأعداد، فارمِ حجر النــرد مرة أخرى. ولا يجوز للطلاب أن يدمجوا أعداد الرميات المختلفة لحجر النرد بعضها في بعض.

للحفــاظ على مشاركة الطلاب وزيادة فرص النجاح والمتعة، اطلب إليهم أن يتبادلــوا الأدوار فيما بينهم. ويمكــن أن يعمل الأقران معاً، ولكن تأكد أن كلاًّ منهم يشارك في عملية التفكير والتعلم. وأخبرهم بالقاعدة وهي أنك قد تطلب إلــى أحدهم في أي وقت، بأن يخبرك كيف استخدم قيم حجر النرد في حساب عدد البينغو. وبعبارة أخرى، يُطلب إلى كل منهم أن يكون قادراً على شرح ما فعله.

البطاطا الساخنة. يجلس فريق من خمسة أو ستة لاعبين في حلقة، ويمرّرون الورقة المثبتة علــى لوحة الملاحظات المرفقة بقلم. أعلن للطلاب عن موضوع ما بعد الانتهاء من الدرس، أو مراجعة الامتحان، عن موضوعٍ ما ليكتبوا أي شيء يُذكّرهم به (أو يكتبون نموذجاً لعملية حسابية) على الورقة عندما تُمرّر عليهم. ومن الأمثلة على هذه الموضوعات الكلمات التلميحية التي تشير إلى عملية الجمع (أو الطرح أو الضرب أو القسمة، إلخ)، حيث تُمرّر الورقة مدة دقيقة أو دقيقتين لحساب أعمار الطلاب وعددهم في كل مجموعة.

فإذا لم يستطع الطالب التفكير في شيء يضيفه، يمكنه أن يطلب المساعدة مــن المجموعــة، ولكن عليه أن يكتب الكلمات أو الأرقــام بمفرده، وهو ما يعطيه خبــرة المراجعة والتذكر الكتابي؛ لذا سيشعــر الطالب بالمشاركة والإنجاز لأنه كتب الإجابة.

وفــي نهاية الوقت المحدّد، يفوز الفريق الذي كتب أدقّ المعلومات **التي لم يكتبهـا فريـق آخر**. وتُعد قراءة الإجابات مراجعة إضافية بدلاً من عدّ المعلومات التــي تكررت فــي الأوراق، مما يحفّز الطلاب إلى الاستمــاع لإجابات خصومهم

وحساب نقاطهم. ثم يتبادل الممثلون عن كل فريق قراءة معلوماتهم، متجاوزين ما ذكرته فرق أخرى حتى تُذكر المعلومات جميعها. ويمكن لأي طلاب أن يشكّك في دقة أيّ حقيقة ، ولكنّك ستكون الحَكَمَ النهائي.

عرضنا في هذا الفصل استراتيجيات وأنشطة متنوعة قائمة على مواقف معروفة في «العالم الحقيقي». حيث تتيح هذه السياقات المألوفة فرصاً رائعة لإثارة الدافعية لتعلم الرياضيات المبنية على وجهات نظر «أنا هنا الآن» للطلاب؛ أيّ أن تعلم الرياضيات ضروريٌّ جدًّا في حياتهم الخاصة؛ مما يستحق منهم بذل المزيد من الجهد فيها. وعندما تجرّب هذه الاستراتيجيات، ستجد أن التخطيط والإعداد ليسا أمرين معقّدين، وعندما تضيف إليها بعض الاستراتيجيات في كل سنة، فإن ذلك سيؤدي أيضاً إلى تحسّن مهاراتك في تصميم دروس محفّزة (وذات معنى).

الفصل الثامن

وضع أهداف الطالب لإثارة الدافعية

«العوائق هي تلك الأشياء المخيفة التي تراها حين تصرف عينيك عن الهدف».
هنري فورد- مؤسس شركة فورد لصناعة السيارات

إن القدرة على الحفاظ على الدافعية للوصول إلى الأهداف طويلة المدى، والمثابرة من خلال التحديات، وتجنب المتع الفورية، ليست جزءاً من الشبكات في أدمغة معظم الطلاب حتى يبلغوا العشرينات من عمرهم. ولمّا كانت الدافعية من الوظائف التنفيذية التي توجهها قشرة الدماغ الأمامية، فإنه لا بد من تشجيع السلـوك الموجّه بالأهداف وتعزيزه لـدى الطلاب، بدلاً من أن يُترك للمصادفة أو يعد «أمراً متوقعاً منهم».

إن معرفـة مـا يثير دافعية الدمـاغ للتفكير بدلاً مـن الاستجابة لإغراءات المتـع الفوريـة، لتحقيق الأهـداف الطويلـة المدى، يمكـن أن توجّـه التدريس لتعلّم الانتباه قصير المدى، وتساعد أيضاً الطلاب على تجربة المكافأة الذاتية المتاحـة عندما تلتقي الأهداف القصيرة المدى والأهداف الطويلة المدى معاً. وحتـى يكون التدريس ذا أثـر كبير في إثارة دافعية الطلاب ومثابرتهم ينبغي أن يرتبط باهتمامات الطلاب، ويتوافق مع مستويات التحدي القابل للتحقيق، ويتيح فرصاً للاختيار، ويجعل الطلاب يدركون أن التقدم في الأهداف قصيرة المدى يحقق الهدف الكبير، ويعطي تغذية راجعة مفيدة، ويزيد من تفاؤل الطلاب.

وفي هذا الفصل، تتصل المحفّزات لتحقيق الأهداف المحددة- كالاختيار والاهتمـام والجهد- بالتدخلات الاستراتيجية العمليـة التي ترشد الطلاب إلى التطوير المناسب في السلوك والعقلية.

إثارة الدافعية لأهداف الوحدة الدراسية والمفاهيم المحورية.

إن ابتداء الوحدة بشيء بسيط كبساطة إعداد جدول: أعرف– أريد أن أعرف– تعلّمت (المذكور في الفصل الثالث) سيزيد من إحساس الطلاب بالامتلاك، لأن الطلاب يسألون أسئلة، ويتعرفون المفاهيم المرتبطة بالموضوع الذي يستثيرهم. ولمّا كان الطلاب يضعون أهدافاً لما يريدون تعلّمه، فإنهم عندما يرون أنفسهم يعرفون الكثير من المعلومات المتعلقة بالموضوع الجديد، فسيقل لديهم التوتر ويزداد التفاؤل. والاستراتيجيات الآتية تعرض أفكاراً أخرى تحفّز الطلاب إلى وضع أهداف تعلّم ذات معنى (أيّ مهمة).

استراتيجية: اكسب اهتمام الطلاب منذ البداية

عندما تستعرض الموضوعات التي ستدرّسها في الوحدة، استخدم المسائل النموذجية التي تبيّن فائدة هذه العمليات، بدلاً من أن تسمّي العمليات مثل **الأعداد الكسرية** أو **الكسور غير الفعلية**، مستفيداً من الاستراتيجيات ذات الطابع الشخصي المقترحة سابقاً في الكتاب. وادمج المعلومات المتعلقة بكيفية ارتباط الموضوع الجديد بما تعلّمه الطلاب أخيراً في مواد أخرى، وكيف يرتبط بالمفاهيم المتقنة سابقاً. ثم ابدأ الوحدة مستعيناً بما يرتبط بحياة الطلاب من خلال المناقشة، أو العرض، أو الأمور المدهشة، أو الفيديو أو الصور أو الحقائق المثيرة للفضول، أو فكاهة متعلقة بالموضوع.

ابدأ من خلال «بيع» الأجزاء من الوحدة التي تعرف أنها ستكون جاذبة للطلاب على نحوٍ خاص. فمثلاً، يمكن تناول النسب المئوية بوصفها جزءاً من الوحدة، كاستخدام المحاكاة لحساب بنكي لعرض مفهوم النسبة المئوية المستخدم في حساب الفائدة. وزوّد الطلاب بشيكات فارغة ودفاتر حساب الشيكات وقسائم إيداع، ومن ثم صمّم مجموعة من المعاملات البنكية تناسب

قــدرات كل مستوى من مستويات الطلاب ليستخدموا «المال» في حساباتهم. إذ يمكن للطلاب أن «يدخروا» لشراء أشياء يعرفون ثمنها، أو اختيارها من «كتالوج» تسـوق موجود في الصف. واطلب إلى الطلاب فـي كل يوم أو نحو ذلك، «إيداع» حساباتهم، وتحديث رصيد الحساب للصف.

واطلب إليهـم أيضاً عمل «ودائع» بالقيمة نفسها لحساباتهم (وكذلك يبدأ الطلاب جميعهم بالمبلغ نفسه من المال). أما الطلاب الصغار فهم غير مهيّأين لاستخدام النسب المئوية أو حساب الفائدة، ولكن ستكون لديهم القدرة على طرح الأعـداد الكاملـة (وتقريب الأسعار إلى أقرب رقم صحيـح إن كان ذلك ممكناً) لمشترياتهم. وذكّر الطلاب بأنه يتعين عليهم أن يكونوا قادرين على تحمّل نفقات مشترياتهـم، أيّ لا بـد من أن يكـون لديهم مبلغ المال المطلـوب في حساباتهم لشراء ما يريدون، ولن يكون هناك استلاف. وساعد الطلاب الصغار على معرفة مفهومي **رأس المال والفائدة.**

ويمكن عرض اختيارات متقدمة لكل وحدة بصورة تدريجية حتى لا يرتبك الطـلاب. وبعض هـذه الاختيارات يتعين تقديمه منــذ البداية، لتحفيز الطلاب الذيـن لديهم مواقف سلبية بسبب الملل الذي انتابهـم ابتداءً. فمثلاً، يمكن أن يحسب الطلاب الفائدة بأن يجعلوا حساباتهم الجارية بفائدة.

وأمّا في حالة الربط بين النسب المئوية والفائدة، فيمكن للطلاب استخدام الإنترنـت أو الصحـف للمقارنة بيـن أسعار الفائدة في بنوك عـدة، وتحديد أي الأسعار أفضل. وكذلك وسّع نطاق تطبيق الرياضيات في مجال الاقتصاد، واطلب إلى الطلاب أخذ ملاحظات ليشتركوا فيها لاحقاً حول اختلاف سياسات بنوك عدة وخططها وإيجابياتها وسلبياتها، وما الظروف التي ستجعلهم **يختارون شخصيًّا** أحد هذه البنوك؟

عندما يحتوي درس أو مجموعة دروس على كثير من الحقائق للحفظ، فكّر في كيفية مساعدة طلابك على استئناف الأنشطة التي ستكون جزءاً من الوحدة. فعلى سبيـل المثال، وضّح لهم في درس التحويـلات المترية، أن أحد الواجبات المنزلية سيكون «ترجمة» وصفة من كتاب طبخ، وسيصوّت الصف على الوصفة التي سيرغبون في إعدادها في الصف.

وهناك طريقة أخرى لتحفيز الطلاب في بداية الوحدة، هي إخبارهم بأنهم سـوف يعطون درساً لطلاب أصغر منهم. فمعرفة الطلاب سلفاً أنهم سيدرّسون مفهومـاً رياضيًّا لِـ «أصدقـاء» أصغر منهم بسنوات عـدة ، سيحفّزهم ذلك إلى بذل جهود كبيرة في تعلـم المفهوم تعلماً شاملاً ، والحفاظ على قدرات عقولهم على التركيز عندما يمارسون التمارين. ويمكنك تشجيعهم على اتباع نموذجك، والبحـث عن وسائل لربـط العملية أو المفهوم بعالمهـم وعالم الطلاب الأصغر منهم. إن التحدي القابل للتحقيق العالي المستوى يمكن أن يزوّد الطلاب بالفرصة لاختيار مثال أكثر تقدماً على تطبيق للمفهوم في الوحدة، وشرح أو تدريس جزء منه للصف (أو شرحه لك وحدك إذا كانوا غير قادرين على إظهار إتقانهم أمام الآخرين تجنباً للحرج).

استراتيجية : ضع أهدافاً شخصية

بعد إيصال أهداف تعلم الوحدة الجديدة إلى طلابك، ساعدهم على إقامة روابـط بين هذه الأهداف وأهدافهـم الشخصية. وعندما يضع الطلاب أهداف الإتقـان الشخصية، فإنهـم سيربطون بين مـا يعدّونه مهماً بأهـداف الوحدة، وسيزداد تركيزهم على الوحدة، وسيحظون بمتعة الدوبامين الناتجة عن التوقع الإيجابي.

وعلى الرغم من أن مرشّحات الدماغ تعطي أفضلية لعبور المدخلات الحسّية التي تعد بالمتعة أو تهدّد بالخطر، ولها خاصية «أنا هنا الآن»، لكن الأطفال يمكنهم اكتساب المتعة من القناعة الذاتية، كالوصول إلى أهداف مهمة. وفي البداية، لا بد من أن تكون هذه الأهداف قصيرة المدى، ولكن يمكن للطلاب مع توفر الدعم المناسب والتحدي القابل للتحقيق، أن يزيدوا من قدرة احتمالهم على تأجيل المتع الفورية للوصول إلى هذه القناعة الذاتية.

وتستخدم أيضاً اهتمامات الطلاب ونقاط قوة تعلمهم ومواهبهم في بناء قدراتهم على التركيز والمثابرة في مهام أكاديمية يُطلب إليهم أداؤها؛ لذا سيكتسبون الثقة بأنفسهم من نجاحاتهم. ويساعدهم هذا الشعور المتنامي بكفاءتهم الذاتية على المثابرة عندما تظهر العوائق. ومع كل نجاح، يطوّر الطلاب قدراتهم لوضع الأهداف العليا لأنفسهم وتحقيقها، وفي الوقت نفسه بناء القدرة على الصبر والمرونة، وزيادة القدرة على تحمل العوائق التي ستظهر بين الحين والآخر.

وهناك مثال على كيفية استخدام هذه العملية في الصف يأتي من تلميذتي الموهوبة في رقص الباليه من الصف السابع التي تتعلم دروس الجبر المتقدمة. فقد كانت موهوبة في حل المسائل الرياضية والمفاهيم ومعالجة الأعداد، ولكنها لا ترتاح عند استخدام تقنية برنامج الرسم البياني. لقد كانت قادرة في الصف السابع على استخدام مهارات الرياضيات بصورة جيدة، ولكنها كانت بحاجة في النهاية إلى استخدام برنامج الرسم البياني في دروس الرياضيات المتقدمة.

ولزيادة اهتمامها باستخدام حاسبة الرسوم البيانية، فقد ربطت الحاسبة بجهاز CRV، وهو جهاز يحمل باليد، ويُستخدم في قياس سرعة الأجسام المتحركة والمسافة التي تقطعها، وهو شبيه بالأداة التي يستخدمها شرطي المرور في قياس سرعة السيارات. وقد أريتها كيف يُستخدم النظام في تسجيل ورسم بياني لتمثيل

خطوات رقص بسيطة. وبإثارة اهتمامها، شعرتْ بالسعادة في تعلم ما احتاجت إليه عندما استخدمت نظام الرسم البياني. وبعد التخلص من ترددها السابق من خلال إثارة الاهتمام الشخصي والنجاح، شعرت بالراحة في تعلم المهارات الأخرى التي يتطلبها إتقان استخدام حاسبة الرسوم البيانية.

لمّا كانت المتع الفورية ما زالت هي التي تؤدي إلى تركيز طلابك، فإن الأهداف قصيرة المدى التي تأتي بنتائج ممتعة هي نقطة البداية. لذا، فكّر في طرق للاحتفال بإنجاز الصف للهدف، وكذلك بإنجاز الأهداف الفردية للتحدي القابل للتحقيق، فمثلاً، يمكن أن يكون الطلاب الناجحون مراقِبين للصف في ذلك اليوم، أو تدعهم يصمّمون بطاقة اسم صغيرة، ويضعونها على لوحة الصف تحت عنوان «اليوم حقّقت هدفي!».

استراتيجية: استخدم القوة المحفّزة في الاختيار

تساعد إتاحة الاختيار على التقليل من الشعور بالضعف الذي يكتسبه الطلاب نتيجة لسلبيتهم تجاه الرياضيات، وتمنحهم إحساساً بامتلاك أهداف التعلم. وتتولد قيمة عاطفية في بداية الشعور بالتمكين عندما يعرف الطلاب أنه سيتاح لهم بعض حرية الخيار في **كيفية** دراسة الوحدة، حتى لو لم يكن بمقدورهم اختيار ما الذي يدرسونه ومتى. لذا فوجود اختيارات ولو كانت محدودة، يمكن أن تشكّل فارقاً كبيراً في اندماج الطلاب ونجاحهم في النهاية. ويجذب الاختيار أيضاً فضول الدماغ الطبيعي، ويزيد من الدافعية الذاتية تجاه الهدف؛ كوردوفا، ليبر (Cordova & Lepper, 1996).

وعندما تبدأ تدريجيًّا في تقديم البديل، ستتعرّف الحدود والعوامل التي يحتاج إليها طلابك بوصفهم أفراداً وصفًّا. يجعل الاختيار الطلاب يتحمّلون مسؤولية التعلم، ويبني لديهم الوظائف التنفيذية لإصدار الأحكام واتخاذ القرار.

ولكـن قد يشعر بعض الطلاب خاصــة قارئي الخريطة، بالقلق نتيجة لحصولهم على حرية كثيرة في الاختيار، وسيخافون من عدم تمكّنهم من الاختيار الصائب. ولكـن سيطوّر الطلاب من خلال البدء بالخيارات الصغيرة أولاً، مهارات اتخاذ الخيارات المناسبة والممتعة ومتابعتها.

وهذه بعض المزايا التحفيزية الإضافية للاختيار:

- الواجبـات المنزليـة أو الامتحانـات التي تبـدأ بتنـاول المسائل التي يختـار منهـا الطلاب هـي عامل مُطَمئِـن؛ حيث يشعر الطـلاب أنهم يعرفـون كيفية معالجة المسائل، وبناء الثقــة لديهم يؤدي إلى التفاؤل والدوباميـن والتركيز والمثابرة، وهذه الطريقــة تؤسّس بداية الشعور بالثقة والإيجابية.
- يتيح الاختيار للطـلاب معالجة المهام والواجبات الدراسية من خلال نقاط قوة تعلمهم والاستراتيجيات الشخصية الأكثر نجاحاً.
- عندما تتضمن الخيارات روابط بالعالم الحقيقي للطلاب «أنا هنا الآن»، سيزداد اكتسابهم للمكافأة الذاتية نتيجة لقناعتهم بقيمة الشيء الذي يقومون به.
- وبوصفك معلماً، ستتعلم المزيد حول كيفية إثارة الدافعية لدى كل طلاب في المستقبل من خلال ملاحظة اختياراتهم ومراقبتها ؛ فعندما يواجه أحد الطلاب وحـدة دراسية صعبة بالنسبة له، فـإن بطاقة ملفه التي تحتفظ بها ستذكّرك بخياراته السابقة والأمور التي يفضلها، ويمكنك أن تدمج هذه الخيارات في افتتاحية درس اليوم. وبالمثل، فإن ملاحظة الخيـارات السابقة للطـلاب المتفوقين يساعدك علـى توجيههم نحو الأنشطة الإثرائية، فتحفزهم إلى القيام بها.

وهذه بعض الطرق المحدّدة لتقديم اختيارات محفزة في الوحدات الدراسية للرياضيات:

- شجّع الطلاب على استخدام الرسوم أو المسائل النموذجية أو المنظمات البيانية المختلفة في ملاحظاتهم.
- اسمح للطلاب باختيار حل المسائل المرقمّة بعدد فردي أو زوجي، أو حل مسألة من كل ثلاث مسائل في الواجب المنزلي.
- دع الطلاب يختاروا من بين أساليب عدة، عرض: بوربوينت، صفحة إنترنت، رسوم بيانية، فيديو، جدول، جهاز عرض الشرائح، كتاب (كُتب للطلاب الصغار، مثلاً)، رسوم، جداول إكسل.
- دع الطلاب يختاروا أماكن العمل بناءً على مستوى الصعوبة أو الاهتمام أو الاستعداد.
- اطلب إلى الطلاب اختيار الألعاب أو الأنشطة المتعلقة بالرياضيات التي يرغبون في ممارستها في الصف.

تفريد وضع الأهداف طويلة المدى

عندما تزداد معرفتك بمستويات طلابك في التحدي القابل للتحقيق ونقاط قوة تعلمهم واهتماماتهم، ستكون قادراً على مساعدتهم على الاستمرار في التحسن بوصفهم متعلمين مستقلين، من خلال تمديد فترة التأجيل التي تتحمّلها أدمغتهم للمتع الفورية والمتعة الذاتية المؤجلة لتحقيق الهدف الموسع بصورة أفضل. ولما كان الطلاب الصغار لا يمتلكون شبكات تأجيل المتع في قشرة الدماغ الأمامية في أدمغتهم التي تبحث عن المتعة، فإنك عندما تطلب إليهم أن يضعوا أهدافاً طويلة المدى فإن هذا يتطلب إقناعاً أكثر من وضع الأهداف قصيرة المدى لحصة أو وحدة دراسية قصيرة.

إن عملية النمذجة مهمة لطلابك كي يتعلموا كيفية وضع الأهداف الطويلة المدى والتخطيط لها. وهذه أحد الأسباب التي تجعلك توضح لهم أهداف التعلم التي وضعتها للوحدة منذ البداية، وتبين تنفيذ الخطوات طوال مدة العمل، كالواجبات المنزلية والمشروعات والتقويم، تساعدك على تحقيق هدفك النهائي. وعندما يرى الطلاب كيف بدأت بنتيجة محسوسة تتوقع أن يتم تحقيقها، وكيف تخطط لتقويم التقدم باتجاه هذه النتيجة طوال وقت العمل، فسيتولّد لديهم حس في كيفية التخطيط للأهداف.

وعندما تساعد الطلاب على استخدام الاختيار، والاهتمام الشخصي ونقاط قوة التعلم والوظائف التنفيذية في اختيار الأهداف الشخصية، فإنهم بحاجة إلى خلفية نظرية؛ إذ إنهم بحاجة إلى معرفة أهدافك عمّا تتوقع منهم تعلمه، وأما بالنسبة للطلاب الكبار، فإنهم يحتاجون إلى معرفة كيف تتضمن خطط الدروس أيضاً الأهداف المفروضة التي حدّدتها المعايير، وهذا يساعدهم على معرفة أنك لم تضع شخصيًّا كل هدف يتعين عليك تحقيقه. إن مشاركتك إياهم في آرائك تساعدهم على إدراك أن بعض الأهداف ليست لتلبية رغباتهم بل لتلبية احتياجاتهم سواء أحبوها أم لا. وسوف يدركون أنك تواجه أيضاً هذه المشكلة بموقف إيجابي. وسيكفّون فجأة، عن الاعتقاد أن المشاعر السلبية تتملّكهم وحدهم، وسوف يرون إذا كان هناك شيء ما غير ممتع، يمكنهم تجاوزه للوصول إلى هدف نهائي مرغوب.

وإذا لم يكن هناك اهتمام شخصي، فلا يمكن للطلاب أن يتحكموا فيما يدخله النظام الشبكي المنشط لديهم، أو مرشح اللوزة العصبية للسماح بدخول المعلومات وإرسالها إلى الدماغ المسؤول عن التفكير عالي المستوى. ويحتاج الطلاب إلى وضع أهداف يريدون تحقيقها بناءً على المعلومات المتعلقة بالوحدة الدراسية التي وضّحتها لهم وأخبرتهم بها، وأهدافك التي وضعتها لهم.



المادة الرمادية

بناء السلوك الموجّه بالأهداف

تعزّز كثير من السلوكات الموجهة بالأهداف المتعلقة بالخصائص التي يتمتع بها الطلاب الناجحون، الوظائف التنفيذية لقشرة الدماغ الأمامية. فعندما يتمكّن الطلاب من التعلم في بيئات ذات توتر قليل بوجود تغذية راجعة داعمة ومتكررة، وتحدٍّ مناسب، وخيارات، سيكونون في وضع يستطيع الجهاز الشبكي RAS المنشط واللوزة العصبية تهيئة أدمغتهم؛ لاستقبال معلومات جديدة وربطها بالذكريات المخزّنة لديهم، وإنشاء أنماط الذاكرة الترابطية التي يمكن استخدامها فيما بعد في الوظيفة المعرفية عالية المستوى للسلوك الموجه بالهدف.

إن السلوكات (التي يمارسها الطلاب ويعزّزها المعلمون) لبناء هذه الوظائف التنفيذية –مثل التركيز ووضع الأولويات والتنظيم والتحليل الناقد وتفسير المشاعر وإصدار الأحكام–هي تلك التي تكسب الطلاب مهارات الرقابة والانضباط الذاتيين. فالانجذاب الذاتي القوي للأهداف يزيد من دافعية الطلاب لتحقيقها، وهو سبب كافٍ لدمج الخيارات وأهداف الطلاب– التي تمثل قيمة شخصية لهم– في الأهداف الأكاديمية المطلوبة في كل وحدة دراسية.

استراتيجية: تفريد الأهداف

إن إعداد وحدة دراسية في الرياضيات لعام دراسي ناجح يكون بإنشاء خطط فردية لتحديد الأهداف وتحقيقها. وإن تفريد الأهداف على نحو ما رأينا يزيد من إشراك الطلاب وارتباطهم بالدرس. وعندما تعمل مع طلابك على وضع أهداف التعلم الخاصة بهم، يزداد إدراكهم واهتمامهم حول العلاقة بين جهودهم والنتائج الناجمة عنها. ويحتاج الطلاب إلى إرشادهم لإيجاد هدف شخصي مثير للاهتمام يرتبط بالهدف الأكاديمي للدرس، ثم تصبح القضية مساعدتهم

على إدراك أن المعرفة التي ستقدمها هي معرفة قيّمة للبناء وتحقيق أهدافهم.. وهذه التدخلات تزيل السلبية المتعلقة بالتعلم الجديد الذي تراكم لدى طلابك خلال السنوات السابقة نتيجة لمستويات الحفظ السطحية، واستخدام العمليات والحقائق الرياضية فقط للإجابة عن أسئلة الامتحانات.

وعندما تعرض افتتاحيتك العامة لأول درس ذي هدف طويل المدى، نشّط الدوائـر الكامنة الخاصة بالمشاعر الإيجابيـة والفضول تجاه الرياضيات الذي امتلكه طلابك فيما مضى. واطلب إليهم أن يصفوا موقفاً شعروا فيه بالحماسة والاهتمـام بدرس أو وحدة في أي مادة، وأخبرهم بأنـك تريد منهم أن يشعروا بذلك حيال الوحدة الدراسية الحالية.

ابـدأ بتعبئة جدول أعرف– أريـد أن أعرف– تعلّمت، ومـن ثم انتقل إلى مناقشـة المشاعر الإيجابية التي يتذكّرها الطـلاب من تجارب التعلم السابقة. ووضّـح لهم أنك ستساعد كل طلاب على العثور على طريقة يسترجع بها تجارب التعلـم بالمتعة، وكن واضحـاً وصريحاً بأنه لن يكون كل شيء ممتعاً. ثم اسألهم إن كانت هناك بعض الأجزاء من تجارب التعلم السابقة مملّة أو محبطة، ولكنها استحقت منهم بذل الجهد في النهاية.

اذكـر مثالاً على جروٍ جديد (أو أي حيـوان أليف آخر). هل حصل أحدكم على جروٍ جديد؟ وهل كان هناك حاجة إلى تجهيز البيت لاستقبال الجرو؟ وهل كانت هناك أمور يتعين عليهم أن يتعلموها حول كيفية الاعتناء بالجرو، أو أعمال يتطلـب القيام بهـا للجرو لم تكن ممتعـة أبداً، كاصطحابه فـي الصباح الباكر لتدريبـه على المشي قبـل الذهاب إلى المدرسة، أو تنظيـف المكان بعده؟ وهل كان يستحق هذا العناء كله ؟ اربط هذه التجارب بتعلم الجديد من الرياضيات. وسيعمل الطلاب كي يحصلوا على المعرفة التأسيسية التي يحتاجون إليها لامتلاك المفهـوم الرياضي، ولكن كالاهتمام بالجرو تماماً ، فإن العمل الجاد في البداية

سيمنحهـم حق التملك إلى بقية حياتهم. (حتى إن طلابي عملوا بجد من خلال التحديات والروتين الممل للتمارين، وكانوا يمزحون قائلين: «آه حسناً، هذه مجرد فضلات جرو صغير»).

✣ استراتيجية: تشبيع الأهداف بالتفاؤل

عندما تستهل الدرس بتطبيقـات لها قيمة العالم الحقيقي و«أنا هنا الآن» بالنسبـة للطلاب–حتى يكون هناك شيء **يرغبون** في تعلمه من الوحدة–دعهم يناقشوا في مجموعات (وأما إذا كانوا كباراً، فدعهم يكتبوا) أهدافهم وأحلامهم دون أي حدود إلى ما يبدو واقعيًّا الآن.

وناقشهـم فيمـا يرغبون فـي تعلمه في هـذه الوحدة؛ كـي تساعدهم على الوصـول إلـى أهدافهم (لديهم جـدول أعرف– أريد أن أعـرف– تعلّمت الذي يوفـر التلميحـات)، واكتـب أفكارهم. ومـن ثم اطلـب إليهـم أن يتناقشوا فيما يمكـن أن يضيفـوه إلى الخطـة لتحقيق أهدافهـم وأهداف الوحـدة. وشاركهم فـي تفاؤلك بتعليقات صادقة، مثل «أراك تلميذًا قادراً على تحقيق (هذا الهدف أو الحلـم) يومـاً ما» ،أو «أعرف أنـك بذلت جهداً كبيراً في (ملعـب كرة السلة، ساحـة المدرسـة، الفرقة، إلخ) لتحقيق هذا الهدف، وأعـرف أنك تريد تحقيق هذا الهدف أيضاً».

اطلب إلى الطلاب كتابة بضع كلمات، أو رسم شيء يمثّل أحلامهم، ثم علّقها علـى لوحة النشـرات تحت عنوان «أحلامنا هي دوافعنـا»، وشجعهم على النظر إليها عندما يشعرون بالحاجة إلى الدافعية ليثابروا خلال هذا المشوار الطويل.

يؤثر التفاؤل في نجاح التعلم الذي يزيد بدوره من الدوبامين فيشجع على المزيد من التعلم. وإن استخدام هذه الرؤى المستقبلية بوصفها روابط شخصية مـع مـا سيتعلمه طلابك، سيضيف توقّعـاً إيجابيًّا للطريقة التـي يرتبطون معها

بالوحدة. وهذا الموقف الإيجابي سيغير من الكيميائية العصبية لأدمغتهم، وسيزيد إفراز الدوبامين من استجابتهم وتذكّرهم للمادة الجديدة.

✣ استراتيجية: استخدم التحدي القابل للتحقيق في تحديد الأهداف

عندما يضع طلابك أهدافهم، ويحدّدون الخطوات المطلوبة لتحقيقها، فإن الوقت يكون قد حان للالتقاء بكل طلاب لوضع خطة فردية للتحدي القابل للتحقيق. ويمكنك التحضير لهذه اللقاءات من خلال التخطيط لوسائل بديلة محتملة للمشروعات والاستقصاءات والتجارب والأنشطة، ومتطلبات المهارات الأساسية، والواجبات المنزلية الفردية التي تصمّمها؛ لتساعد طلابك على التقدم في تحقيق أهداف الوحدة. وعندما تلتقيهم، استخدم أهداف الطالب الخاصة ونقاط قوة تعلمه واهتماماته والمعرفة التأسيسية لديه؛ لترشده إلى تخطيط طريقه للتحديات القابلة للتحقيق. أو بمعنى آخر، تعاون مع طلابك على وضع خطط للنجاح. ويمكنك بعد ذلك توسيع مهارات الوظائف التنفيذية لديهم، ومساعدتهم على الالتزام بخططهم من خلال الأسئلة الآتية: «كيف ستعرف إن كنت تتقدم على الطريق الصحيح؟ وكيف ستراقب تقدمك وتظهره في أثناء قيامك بالعمل؟»

نظراً إلى تعاونك مع الطلاب للوصول إلى الأهداف المشتركة، ووجود أهداف فردية ذات أهمية شخصية لديهم، فإن طريق التحدي القابل للتحقيق، مع وجود سلم تقدير لفظي (rubric)، سيدفعك إلى توجيههم لتنظيم خططهم. وتُعد سلالم التقدير اللفظية أطراً توجه الطلاب لتحقيق مهامهم، والوصول إلى أهدافهم بكل نجاح، وتقدم أيضاً مستويات متباينة من الإتقان للمهارات والمفاهيم التي يحتاج الطلاب إلى إتقانها. وتكون قادراً أيضاً، من خلال مساعدة الطلاب على اختيار مستوى التحدي المناسب في سلالم التقدير اللفظية التي تتكون من أربعة أو خمسة أو ستة بنود لقياس الإنجاز، على تزويدهم بقواعد التنظيم واختيار التخطيط المناسب للنجاح.

ويمكـن أن يكون وضع العلامات بناءً على سلم تقدير لفظي مفيداً بصورة خاصة لرفع المستوى وتحدي المستويات المرتفعة. وتوفر سلالم التقدير اللفظي أيضاً المرونة، إذ تتضمن فئات عدة يمكن قياسها، مثل جودة العمل، والتنظيم، والقـدرة على اتباع تعليمات المهام والالتزام بالمواعيد المحددة، وبذل الجهد، والإبـداع، ووضع الأولويات، وإصدار الأحـكام، والتحليل، والاستخدام الصحيح للمصادر. ويمكن للطلاب باستخدام سلالم التقدير اللفظي، أن يحدّدوا مواطن الضعف التي تحتاج إلى ممارسة المزيد من التمارين، وأي مجالات سلم التقدير اللفظي يمكنهم استخدامها لمعرفة نقاط قوتهم، ومن ثم تحقيق أعلى مستوى من النجاح. حيث تزوّد سلالم التقدير اللفظي المعلم أيضاً بتوجيهات طوال تدريس الوحدة، وتغذية راجعة محددة عن التحسن ومواطن القوة المحددة، والتحديات التي تحتاج إلى مزيد من العمل.

وأما بالنسبة لمعظـم الطلاب، فسيحتوي سلم التقدير اللفظي غالباً على فئـة واحدة علـى الأقل يشعرون بأنهم قادرون على تحقيـق أقصى مستوى فيها. ويمكـن تشجيع الطـلاب المتفوقين في الرياضيات علـى المثابرة والارتقاء إلى مستوى أعلى يُسمى «المستوى المتقدم» أو «مرتبة الشرف». وتمنح سلالم التقدير الفرص نفسها للطلاب جميعاً، وهي في الوقت نفسه مرنة تستوعب التحدي القابل للتحقيق الفردي في مختلف عناصر الرياضيات. ولمّا كانت سلالم التقدير اللفظية تظهر العلاقة بين عمل الطلاب ومواقفهم وجهدهم وقياس مدى تحسّنهم، فإنها تُعدّ أدوات ذات كفاءة عالية تستخدم حيوية الدماغ في التوقع والتنميط؛ لتوجيه الجهد وتقويمه حسب عدد مجالات الإنجاز الممكنة فيها.

إثارة الدافعية للتعلم الموجه بالهدف

إن قـدرة الأطفال على تأجيل المتع لتحقيق النتائـج اللاحقة ذات القيمة الأكثر، ترتبط بالنجاح في الرياضيات وفي جميع أنواع الأداء المدرسي اللاحق؛

شودا (Mischel, Shoda & Rodriguez, 1989). ربما تكون سلبية طلابك تجاه الرياضيات قد حرمتهم من تجربة المكافآت التي تنتج عن تأجيل المتع، خاصة فيما يتعلق ببذل الجهد في الرياضيات. إن التعاون مع الطلاب على التعلم الموجه بالهدف، والأهـداف المرغوبة التي وضعت بالعمل التعاونـي، والرسوم البيانية التـي تربط بين الجهـد والأهداف، يكسبهم الخبرة فـي الربط بين بذل الجهد والتقدم في المستوى. ويمكن أن يكون صف الرياضيات هو المكان الذي يكتسب فيــه الطلاب الدافعية الموجهة بالهدف، والمهـارات التنظيمية، والمثابرة التي سيستخدمونها في مواقف خارج المدرسة، والتي ستبقى معهم طوال حياتهم.

المادة الرمادية



اختبار حلوى الخطمي

اختبـار حلـوى الخطمي هو تجربة تهـدف إلى قياس قـدرة أطفال في مرحلة الروضـة علـى تأجيل المتع من أجل الحصول على مكافـأة أكبر. حيث أُعطي أطفال فـي سـن الرابعة من العمر قطعة من حلوى الخطمي، وقيـل لهم إنهم سيتمكنون من الحصول على أخرى إذا رفضوا تناول الأولى مدة 20 دقيقة. فالأطفال الذين استطاعوا تأجيل المتعة وانتظار القطعة الأخرى غالباً ما أصبحوا ناضجين أيّ، «مستقلين أكثر»، وسجلـوا بصورة عامة نقاطاً أعلى في امتحانات القياس الموحد (SATs)؛ سخودا، ميشل، بيـك (Shoda, Mischel & Peake, 1990). وهـؤلاء الأطفال الذين لم يتناولوا الحلوى، وقبلوا القطعتين لاحقاً أُطلق عليهم «المقاومون»، وأما أولئك الذين تناولوا القطعة الأولى فأُطلق عليهم «المندفعون».

وعندما أصبح المندفعون أفراداً بالغين وُجد أن لديهم مشكلات أكثر، وكانوا عنيديـن وغير قادرين علـى اتخاذ القرارات، وغير جديرين بالثقـة، وكانوا أقل ثقة بأنفسهم، ومع ذلك فقد استمروا في عدم قدرتهم على تأجيل المتع. وخلال سنوات دراستهم اللاحقة، كانت لديهم مشكلة في تأجيل الحوافز الفورية للوصول إلى أهداف

طويلة المدى، وكان من السهل أن ينشغلوا بالأنشطة الأكثر متعة حتى عندما يعرفون أنهم بحاجة إلى أن يدرسوا لامتحانٍ ما أو يكتبوا تقريراً. وعندما أصبحوا بالغين، كانت حياتهم الزوجية أقل نجاحاً، ومستوى الرضا الوظيفي لديهم أقل، وحصلوا على دخل أقل، وكانت أجسامهم هزيلة، وواجهوا الكثير من الإحباط في حياتهم.

أمّا المقاومون، فأصبحوا طلاب أكثر نجاحاً، وفي النهاية كبروا وانتهجوا حياة ناجحة. بالإضافة إلى ذلك، فإن اختبار حلوى الخطمي في اختبار تأجيل المتع كان اختباراً أدقّ بمرتين بوصفه مؤشراً على درجات امتحان القياس الموحّد من درجات اختبار الذكاء للمواد. فقد سجل المقاومون في المتوسط 210 نقاط أكثر (من أصل 1600 نقطة) في امتحانات القياس الموحّد؛ سيثي، ميشل، آبر، سخودا، رودريغز (Sethi Mischel Aber Shoda & Rodrigues 2000).

وأظهرت تحليلات لاحقة أن القدرة على العمل المتواصل، والتركيز، وبذل الجهد، والثبات على الهدف، والمثابرة، كانت الخصائص التي اشترك فيها الطلاب النموذجيون في العلوم والرياضيات والرياضة والموسيقى، أكثر من اشتراكهم في امتحانات قياس الذكاء. ويظهر أن هذه العلاقة بين التمرين المستهدف هي علاقة سببية وليست ببساطة ارتباطية؛ إريكسون (Ericsson 1996).

وقد أجرت أنجيلا داكويرث (Angela Duckworth) تحليلاً مشابهاً بعد أن تركت وظيفتها بوصفها معلمة لمادة الجبر، وأصبحت طبيبة نفسية. إذ وصلت إلى مرحلة استنتجت من خلالها أن محاولة تدريس الطلاب دون تمتعهم بضبط النفس كان أمراً محبطاً وعقيماً. ووجدت في أحد أبحاثها أن القدرة على تأجيل المتعة (حيث خُيّر طلاب الصف الثامن بين أخذ دولار فوراً، أو دولارين في الأسبوع المقبل) كان مؤشراً أفضل على الأداء الأكاديمي من امتحان قياس الذكاء، واستنتجت أن الذكاء أمر مهم ولكنه ليس كأهمية ضبط النفس؛ داكويرث، سليغمان (Duckworth & Seligman, 2005).

استراتيجية: استخدم الرسوم البيانية للجهد والهدف

أصبح الطلاب الذين تعلموا العلاقة بين بذل الجهد والنجاح هم أصحاب الإنجازات العالية، حتى أنهم كانوا أكثر نجاحاً من الطلاب الذين تعلموا أساليب إدارة الوقت وفهم المعلومات الجديدة؛ فان أوفرويل، دي ميتسينير (Van Overwalle & De Metsenaere, 1990). إن تصميم رسوم بيانية للجهد والهدف يبيّن للطلاب بطريقة ملموسة بأن جهودهم ستحقق النتائج المرجوة نحو تحقيق أهدافهم الشخصية (وأهدافك الأكاديمية). ويصمّم الطلاب بصورة مثالية، رسومهم الخاصة ويختارون أشكالها وألوانها، ولكن يمكن للمعلم أن يصمم الرسوم، ويدع الطلاب الصغار كطلاب الروضة، يلونونها. ويهدف ذلك إلى أن يرى الطلاب بأنفسهم أنه باستمرار العلاقة بين الوقت والتمرين، تتحقق أهدافهم النهائية.

يسجل الطلاب (بمساعدة أولياء أمورهم إذا تطلّب الأمر ذلك) البيانات، ويرسمون رسوماً بيانية بالأعمدة تُظهر الوقت الذي يقضونه في الرياضيات، أو حجم المادة التي راجعوها يوميًّا وكذلك أسبوعيًّا. وبالتالي اطلب إليهم وضع علاماتهم التي حصلوا عليها بناءً على التقويم الأسبوعي الرسمي وغير الرسمي، بجانب المجموع الأسبوعي.

إذا كان هناك حقيقة أو عملية أساسية رياضية يحتاج إليها الطلاب، ويتمرنون عليها بصورة دورية (ربما لأنهم متأخرون فيها) فإنه يجب أن يكون لها رسم بياني خاص بها، يُسجل عليه الوقت أو حجم المادة التي تُدرِّب عليها، وعدد الإجابات الصحيحة في امتحان معين لهذه المعلومات. إن هذا الإدراك المرئي للنجاح الظاهر على الرسم البياني والراحة المتزايدة الناجمة عن الفهم المتزايد، سوف يُبنيان تدريجيًّا، خاصة إذا كان لدى طلابك ثقة قليلة بأنفسهم فيما يتعلق

بالرياضيات. وحفاظاً على الدافعية وتأصيلاً للعلاقة بين الجهد والهدف، يمكنك تعزيز الدافعية الذاتية من خلال إعطاء تغذية راجعة إضافية.

قبـل البدء بعمل الرسوم البيانية، اربط مفهوم التحسن مع الجهد المؤدي إلـى خبرات طلابك خارج المدرسـة، على أن تعطي أمثلة كالتمرن على ضربات كـرة السلة، والعزف على آلة موسيقية، والطباعة، وممارسة ألعاب الفيديو. لقد صوّرت الطلاب الذين بدؤوا بتعلم العزف على آلة موسيقية في السنة التي كنت أدرّسهـم فيها، وصوّرتهـم ثلاث مرات وهم يعزفون خـلال السنة، وخمّنوا مدة الوقـت التي تمرنوا فيها. وعند عرض هذه الأشرطـة على الطلاب في السنوات اللاحقـة، فإن التأثير فيهم يكون كبيراً جـدًّا. وغالباً ما أستخدم هذه الأشرطة دون أي شـرح، بوصفها طريقة جديـدة لافتتاح درس ما في بداية العام. ويخمّن الطـلاب ما يعتقدون أنهم سمعـوه، وغالباً ما يتفاجؤون أن الطالب نفسه هو من أدّى المقاطع الثلاثة.

ومن ثم نناقش خبراتنا الخاصة بنجاحات الجهد والهدف على هئية أمثلة، كرسم الصور أو ركوب الدراجة أو السباحة أو استخدام الحاسوب. ولمّا كانت هذه الأمور تحدث تقريباً في الوقت نفسه لمعظم الأطفال ولا تُعد مهارات خاصة، فإن الطلاب عادة لا يدركون العملية التي تربط بين بذل الجهد والنجاح. بالإضافة إلى ذلك، فإن جزء الدماغ المختص بعمل هذه الروابط والتوقعات هو قشرة الدماغ الأماميـة وهي آخر ما ينضـج من الدماغ، ويستمر نضج الدماغ حتى العشرينات مـن العمر. إن ما يبدو بديهيًّا بالنسبـة لنابوصفنا أفراداً بالغين لا تدركه أدمغة الطلاب الصغار دون وجود أدلة واضحة لهم.

يجب في البداية، تجزئة الهدف إلى مقاييس صغيرة للتقدم باتجاه الهدف الرئيسـ، ودون ذلك لن يحظى الطلاب بالتغذية الراجعة من مكافأة الدوبامين ليثابروا ويبذلوا الجهد لتسجيل البيانات. وحتى يتمكنوا من رؤية النتائج وسماع

خبرات زملائهم أسابيع عدة، فإن أدمغتهم لا تكوّن مسارات عصبية جديدة بدلاً من المسارات التلقائية الافتراضية التي بنوها عبر سنوات من الخبرات السلبية.

عندما يستمع الطلاب إلى «الموسيقيّ» في مثال التمرن على الموسيقى، ويدركون تجاربهم الخاصة ببذل الجهد والنجاح، فعادة ما يتحفّزون إلى عمل الرسوم البيانية. ويكون جمع البيانات والوقت المستغرق في مساعدة الطلاب على وضع رسومهم وفهمها أمراً مفروضاً في البداية، ولكنه يستحق هذا الجهد؛ لذا شجعهم على المشاركة في نتائج رسومهم، وردود أفعالهم الشخصية على ما اكتشفوه.

ما الذي يجب أن تتضمنه الرسوم البيانية؟ إن البيانات الإضافية مفيدة بالنسبة للطلاب الكبار، عندما يرون العلاقة المهمة بين بذل الجهد والتقدم. وبناءً على مجالات التحدي والأهداف، يمكن أن تكون لدى الطلاب أهداف مختلفة حيث يمكنهم أن يضعوا تعليقاتهم على حجم الجهد المبذول، وفعالية وقت الدراسة، ودرجة الارتياح في الصف والاستراتيجيات المستخدمة. (ويمكنهم أن يسجلوا لاحقاً أي الاستراتيجيات المطبقة كانت أكثر نجاحاً؟ وماذا عليهم أن يفعلوا حتى يتحسنوا؟) وعندما ينجزون التمرينات، (باستخدام أدوات مثل بطاقات الرياضيات الخالية من الأخطاء)، فإن البيانات يجب أن تتضمن السرعة والدقة بالإضافة إلى نتائج الامتحانات القصيرة.

وفي النهاية، ستكشف رسومهم البيانية المتعلقة ببذل الجهد والتقدم عن أنماط حول أفضل استراتيجياتهم لأنواع محددة من أهداف الرياضيات، ونوع التغذية الراجعة الأكثر نجاحاً بالنسبة لهم. وتُضاف هذه المعرفة إلى التخطيط الناجح للأهداف مستقبلاً واستراتيجيات تحقيقها. وتحدث النتائج الإيجابية عندما يكتب الطلاب في دفاترهم اليومية، أو يكتبون رسائل يضعونها في ملفاتهم، أو يكتبون رسائل إلى أولياء أمورهم حول ملاحظاتهم ومشاعرهم الإيجابية.

ويمكنهم أيضاً كتابة نسخ من هذه الرسائل للطلاب الذين ستدرّسهم في السنة القادمة (وهو أمر محفّز دائماً لهؤلاء الطلاب الذين ستُرسل إليهم، ومعزّزٌ للنجاح بالنسبة لمن أرسلها).

وتأتي كفاءة هذا النموذج المرئي لكونه يجعل الطلاب يشاهدون أن مستوى نجاحهم تحت سيطرتهم. فالأطفال الذين يريدون أن يتقنوا مادة أكاديمية بأهداف موجهة بالإتقان، يظهرون تقدماً أكاديميًّا طويل المدى أكثر من أقرانهم الذين يكون هدفهم الرئيس الحصول على علامات جيدة أو التفوق على الآخرين؛ (وزارة التعليم الأمريكية، 2008).

ويمكن أن يتذوق الطلاب حلاوة النجاح والتقدير دون تعريضهم للإحراج من العلامات المتدنية، أو الشعور بالكبرياء حول علاماتهم المرتفعة، لأن الغاية من القياس هي قياس مدى التقدم في تحقيق الهدف وليس قياس أرقام معينة.

وعليه، اعرض تقديرات الطلاب من خلال النسبة المئوية التي تعبر عن تحقيق هدف شخصي بدلاً من عرض قائمة المنافسة المعتادة لعلامات الطلاب جميعهم (باستخدام الأرقام أو الحروف). إذ يمكن لتلميذين اختارا هدفاً لإتقان جزء مختلف من جدول الضرب (مثلاً جدول ضرب العدد 5 إلى 9) أن يحصلا على 100% من الإنجاز، حتى لو أتقن كل منهما موضوعاً مختلفاً.

كيف يمكنك أن تدعم تقدم الطلاب؟ عندما يبدأ الطلاب بذل الجهد مباشرة للوصول إلى الهدف، فإنهم سيظلون محتاجين إلى مساعدتك على المثابرة. ويمكنك أن تقدم الدعم من خلال اللقاءات الدورية، والتغذية الراجعة، وتقدير الجهد، وتعزيز التقدير الذاتي، والدروس القائمة على دليلك إلى الدماغ (انظر الملحق أ).

ويمكنك أن تقدم تقويماً تكوينيًّا رسميًّا أو غير رسمي خلال اللقاءات الفردية حتى تساعد طلابك على وضع أهداف الرياضيات للوحدة، ومعالجة الخلفية النظرية المفقودة لديهم. وعندما تقوّم تعلمهم بصورة دورية، وتزوّدهم بتغذية راجعة تصحيحية، وهم لا يزالون مشتركين في رصد تقدمهم، فعندئذٍ يمكنهم من خلال تشجيعك، إجراء تعديلات في أثناء تقدمهم وصولاً إلى أهدافهم النهائية- قبل إنهاء المشروعات أو الوحدات الدراسية أو إجراء الامتحانات.

وعندما تلتقي الطلاب، اطلب إليهم أولاً التفكير في رفع مستوياتهم، ما التغيرات التي لاحظوها؟ وما الشيء الذي أصبح سهلاً وكان فيما مضى صعباً؟ وما الذي اكتشفوه حول كيفية تعلمهم للحصول على أفضل النتائج؟ وبعد أن يستجيبوا لهذه الأسئلة، زوّدهم بالتغذية الراجعة بناءً على ملاحظاتك حول عملهم، ومعرفتك بنقاط قوتهم. وزوّدهم أيضاً باقتراحات، وذكّرهم بالأدوات التي ستقودهم إلى تحقيق هدفهم بأفضل طريقة فعالة.

إن الطريقة التي تقدّر بها جهود طلابك تؤثر في توقّعهم النجاح؛ لذا اثنِ على جهودهم التي تعكس تقدمهم نحو تحقيق أهدافهم مما يحافظ على بقائهم مشاركين. وعندما تقدر جهودهم طوال الوقت باستخدام الأهداف الصغيرة (الأهداف قصيرة المدى التي تتخذ دليلاً على خطوات الطلاب لتحقيق الهدف طويل المدى)، فإنهم سيدركون مبكراً أن تقدمهم مرتبط بمثابرتهم. إن هذه اللقاءات تحفّز الطلاب على الاستمرار في بذل الجهد للمثابرة من خلال التحدي، وتطبيق ما تعلموه على المشكلات الجديدة، وسيكتسبون تدريجيًّا القدرة على التكيف وحتى الاستمتاع في التحدي.

يُعدّ اهتمامك المحدّد الصادق الداعم والاستجابة لتقدم الطلاب، وليس فقط لتحقيق أهدافهم النهائية، عنصراً رئيساً في هذه اللقاءات. وعليه، تأكد في نهاية اللقاء من لفت الانتباه إلى بعض الأجزاء في رسومهم البيانية التي تظهر

أدلة على تقدمهم، وعلّق على هذه الأدلة. فقل مثلاً: «هذا رائع، أنت تستحق فعلاً. أنا فخور بك جدًّا!».

ما الذي ستلاحظه؟ الرسوم البيانية التي تظهر العلاقة بين الجهد والتقدم هي أول خطوة لتحسن الطلاب فيما يتعلق بتأجيل المتع؛ حيث إن القدرة على ربط بذل الجهد بالنجاح توفر لطلابك طريقة للتوقع، ومن ثم تجعلهم قادرين على التحكم في مستقبلهم مع الرياضيات. وربما يرون، للمرة الأولى، العلاقة الإيجابية بين أفعالهم والعواقب الناجمة عنها. وسيفهمون أن بذل الجهد مع مرور الوقت يؤتي ثماره، وهو ما يحفز الطلاب **الآن** ويزيد من قدرتهم على تحمل الإحباط المتعلق بالعوائق التي تحدث بين الحين والآخر، وكذلك القدرة على تلبية متطلبات المنهاج «المكثّف والمسرّع» الذي يتطلب حفظاً مستمرًّا للحقائق.

وسيتطلب بناء الدوائر العصبية للطلاب التي تربط الأهداف الطويلة المدى بالخطوات الوسيطة والتمرّن واكتساب مهارات جديدة، وقتاً وصبراً. عندما يواجه الطلاب فشلاً متكرراً، فإن ذلك يؤدي إلى تقوية الشبكة العصبية المسؤولة عن السلبية، ويصبح توقّعها عالياً مع كل فشل إضافي. وعند تقويتها من خلال التحفيز المتكرر والمرونة العصبية، فإن الشبكات العصبية الجديدة والإيجابية ستصبح هي الشبكات التلقائية لدى الطلاب، وتمكّنهم من إظهار المرونة. وعندما يواجه الطلاب الانتكاسات (العوائق)، فإن مراجعتهم لرسومهم البيانية التي تظهر الجهد والتقدم ستضع هذه الانتكاسات في مكانها الصحيح.

قد تجد أن طلابك مستعدون لتوسيع الوظائف التنفيذية في قشرة الدماغ الأمامية، وتطوير المسؤولية الشخصية، والتحكم في ردود الفعل العاطفية، ومهارات التخطيط ومهارات حل المشكلات، والدافعية الذاتية. يمكنك اتخاذ اكتشافهم الجديد للعلاقة بين بذل الجهد والتقدم، لمساعدتهم على الاستمرار في تعلم تنظيم وظائف الأعداد وتهذيب سلوكهم من خلال البحث عن أنماط

وروابط ذات علاقة بالمعرفة والتجربة السابقتين، وتوقع عواقب الأفعال والتخطيط (توقع المستقبل)، واستخدام مهارات التنظيم، وبذل الجهد لتحقيق الأهداف.

فكّر في قراءة الفقرة السابقة مرة أخرى. فإذا قرأتها وفي ذهنك الضبط الموجه ذاتيًّا للطلاب، فاقرأها الآن مع ربطها بحل مسائل الرياضيات، أو العكس. ومما يثير دهشتي حقيقة أن المفاهيم التي تؤدي إلى النجاح في الرياضيات، والطريقة التي جُبِل عليها الدماغ في معالجة الأفكار والأنماط الرياضية الكبيرة هي أساساً العملية نفسها التي تعمل على تطوير الوظائف التنفيذية، والمسؤولية الشخصية لدى البشر. وقد تحدث هذه الأشياء كلها في صفك!

أنت تعرف ما الذي جعلك **تعتقد** أن الرياضيات مهمة، ولكن ما هو بدهي بالنسبة لك ليس بالضرورة واضحاً وبدهيًّا لطلابك. فقد يعرف الطلاب الحقائق معزولة؛ لأنهم لم ينشئوا العلاقات فيربطوا بين الحقائق المعزولة وأنماط الذاكرة التي لديها القدرة على التوقع لإظهار قراراتهم وبصيرتهم. وعليه، تذكّر أن قشرة الدماغ الأمامية غير الناضجة، ووجود فجوات لدى الطلاب في تطور مفاهيم تمنع الحصين من الربط بين المعرفة السابقة الملائمة والمعلومات الجديدة.

وقد تكون الشخص الوحيد الذي يقضي معه الطلاب الوقت، وله موقف إيجابي تجاه الرياضيات. وعندما يحترمك الطلاب، فإنهم سيرغبون في أن يصبحوا مثلك؛ لذا بيّن لهم من خلال كلامك وأفعالك ومشاعرك أنك تقدر التفكير الرياضي، وأظهر لهم سبب حبّك للرياضيات، ورغبتك في مشاركتهم في المعرفة التي لديك.

تعلّمتَ حتى الآن أن المعرفة التي يُحصل عليها من أبحاث الدماغ، عندما تُطبّـق على التعلم، ستساعدك على إحياء عقـول طلابك وتنشيطها. ونظراً إلى أنـك معلمهم، يمكنـك مساعدتهم على بناء مهارات الحيـاة، كتحسين الذاكرة والتركيز والتنظيم ووضع الأهداف. وباستخدام الاستراتيجيات الصديقة للدماغ التـي تلائم نقاط قوة تعلم طلابك، فإنهـم سوف يكتسبون الاستعداد والثقة في الرياضيات (وفي المـواد جميعها)، ويصبحون متعلمين مدى الحياة، ويتمكنون من نقل ما يتعلمونه وتطبيقه على مواقف العالم الحقيقي.

قبل أن يحب الأطفال الرياضيات، عليهم أن يشعروا بالارتياح عند دراستها. فإذا تصوروا أنها مصدر قلـق، فسوف يقاومونها. وعندما تساعد الطلاب على الشعـور بالثقة بأنك ستعمل معهم حتى يتمكنوا من استخدام نقاط قوة تعلمهم، فسيـؤدي ذلك إلـى تحفيزهم على بـذل الجهد لتحقيق الأهـداف المهمة، مما يجعلهـم يشعرون بالأمان لتقبل الأخطار في مجتمع صفي داعم، ويتعلمون أيضاً من أخطائهم.

وعندما توفر البيئة التعلمية في صفك الاستقرار والألفة، والروتين المريح والسلوك الإيجابي (وجميعها أمور مهمة للوزة العصبية)، وكذلك إعداد الأنشطة الجديـدة والممتعة (الجيدة للنظـام الشبكي المنشط وإفـراز الدوبامين) فإن طلابـك سيكتسبون الشعـور بالراحة عند تعلم الرياضيـات، ويهتمون بها. لذا، فإن الدروس المحفزة للتلامي، وذات معنى لكل منهم، ومفردة بطريقة مناسبة، لتوفـر تحدي قابل للتحقيق، ستؤدي إلى تبـدل قلق الطلاب ومخاوفهم إلى ثقة، وسيرتفع نجاحهم في الرياضيات إلى مستوى توقعاتك.

وعندما يتلقــى الأطفال المعلومات تلقيًّا سلبيًّــا دون تفاعل لاجترارها في الامتحانــات المقنّنة، فإنهم لا يُختبرون إلا القليل مــن التعلم الحقيقي. ويتعين عليهم لكي تعالج أدمغتهم المعلومات لتخزينها في ذاكرتهم الطويلة المدى،

أن يعالجوها معالجة نشيطة. أما بالنسبة للرياضيات، فإنك تساعد طلابك علــى ذلك من خلال حثك لهم علــى استخدام المعلومات ليتحققــوا أو يصنّفوا أو يقارنــوا أو يحلّوا المشــكلات الصعبة مستعينين بمهــارات التفكير العليا. إن المعلومات التــي تقدمها من خلال خبرات متعددة الحواس ، والتفريد، والتقدم المتعلــق بالتحدي القابل للتحقيق، ستساعد على ربط طلابك بمادة الرياضيات بطريقة إيجابية مما يؤثر في تعلمهم مستقبلاً.

إن تفريــد الأهداف (وضع الأهــداف الملائمة لكل فرد) يزيد من ارتباط طلابــك ومشاركتهــم. وعندما تطلب إليهم مشاركتك في وضــع أهداف التعلم، فإنهم على الأرجح سيدركون العلاقة بين جهودهم ونتائج تحقيق الأهداف التي تسفر عنها هذه الجهود، ويهتمون بها، خاصة عندما ترشدهم إلى إيجاد الأهداف المتصلة باهتماماتهــم ليربطوا بينها وبين الهدف الأكاديمي للدرس. وسيتطور لــدى طلابك الفهم المفاهيمي الذي يمكنهم تطبيقــه ونقله إلى مواقف جديدة بعيــداً عن السطحيــة في الحفظ، واستخدام الحقائــق والعمليات، والإجابة عن أسئلة الامتحانات.

وآخر نصيحة أسديها إليك أيها المعلم تتضمنها الرسالة البسيطة الآتية: احتفــل بنجاحاتك لا بمحاولاتك الأقل نجاحاً. واعلم أنك عندما تساعد طلابك على تطوير المهارات والاستراتيجيات واكتساب المستويات العالية من التفكير، فإنهم سيندمجون في التعلم بصورة متزايدة داخل المدرسة وخارجها. وستزيد ثقتهم بأنفسهــم، وسيصبحون أكثر مرونة عندما يواجهــون العوائق والإحباط. وسيعلــم الطلاب أنهم قادرون علــى تحقيق أي أمر يقرّرونه فــي أذهانهم؛ لأنه

سبق أن فعلوا ذلك في صفك. ولقد كرسّت نفسك لتُحدث تغيّراً في مستقبل حياة طلابك، وفعلاً قد نجحت.

الملحق أ: مصادر من الإنترنت

المصادر الآتية كانت صحيحة وقت نشر هذا الكتاب. ولكن ينبغي الأخذ في الحسبان أن كثيراً منها قد تغيّر أو أصبح غير موجود؛ لذا يتعين عليك أن تتحقق منها قبل أن توصي بها الطلاب أو أولياء الأمور أو المعلمين.

أنشطة ومشروعات وأوراق عمل للمعلم:

A to Z Teacher Stuff ®
http://atozteacherstuff .com
CSI: Mathematics, Curriculum Support Information
www.ceismc.gatech.edu/CSI
Education Planet®
www.educationplanet.com
Education World®
www.educationworld.com
Th e Educator's Reference Desksm: Lesson Plans
http://askeric.org/Virtual/Lessons
Learner.org
www.learner.org
LessonPlanz.com™
www.lessonplanz.com
Math Worksheet Generator
www.mccollam.com/math
National Council of Teachers of Mathematics: Illuminations
http://illuminations.nctm.org

RubiStar

«تحتوي على سلالم تقدير لفظية جاهزة للطباعة»

http://rubistar.4teachers.org

Teacher Planet®: Lesson Plans for Teachers

www.lessonplans4teachers.com

ألعاب/تمارين على حقائق الرياضيات

A to Z Investments:

«تاريخ وول ستريت وأسواق الأسهم»

www.atozinvestments.com/more–wall–street–history.html

AAA Math

«دروس حساب تفاعلية للمراحل بدءاً من الروضة حتى الصف الثامن»

www.aaamath.com

Aplus Math

«ألعاب وأوراق عمل تفاعلية حول الحساب للمراحل بدءاً من الروضة حتى الصف الثامن»

http://aplusmath.com/Games/index.html

British Nutrition Foundation

«جداول تحويل ووصفات»

www.foodafactofl ife.org.uk/Sheet.aspx?siteId=12&sectionId=49 &content Id=131

Cool Math®

«ألعاب تفاعلية حول الحساب للمراحل من الروضة حتى الصف الثامن»

www.coolmath.com

Cool Math 4 Kids®

«ألعاب تفاعلية حول الحساب للمراحل بدءاً من الصف الثامن حتى الصف الثاني عشر»
www.coolmath4kids.com

DimensionM

«ألعاب فيديو متعددة للمراحل بدءاً من الروضة حتى الصف الثاني عشر، يتنافس فيها الطلاب ويتعاونون مع لاعبين آخرين»

www.dimensionu.com/math

Discovery Education®: Brain Boosters
http://school.discoveryeducation.com/brainboosters/#number
Explore Learning: Gizmos™

«محاكاة تفاعلية على الإنترنت للمراحل بدءاً من الصف الثالث حتى الثاني عشر»
www.explorelearning.com

Interactivate: Activities

«ألعاب وأوراق عمل تفاعلية حول الحساب للمراحل بدءاً من الروضة حتى الصف الثامن»

www.shodor.org/interactivate/activities

Interactivate: Area Explorer

«أنشطة تفاعلية حول حساب المساحة»

www.shodor.org/interactivate/activities/AreaExplorer
Kinderweb Educational Children's Games

«ألعاب حساب تفاعلية للمراحل بدءاً من الروضة حتى الصف السادس»

http://kinderwebgames.com

Knowledge Matters: Virtual Business Challenge

«محاكاة المعرفة بالأعمال المالية والتجارية»

http://vbc.knowledgematters.com/vbc/sports/about

Learner.org: Cooking by Numbers

«التحويلات المترية»

www.learner.org/interactives/dailymath/meters_liters.html

The MAA Mathematical Sciences Digital Library

«روابط لأخبار وأحداث الرياضيات وألعاب مجانية»

http://mathdl.maa.org

Math Cats: Tessellation Town

«أنشطة التبليط»

(www.mathcats.com/explore/tessellationtown.html

Math Fact Cafe™: The Fact Sheet Factory

«أوراق عمل وألعاب وبطاقات تعليمية للمراحل بدءاً من الروضة حتى الصف الثامن»
www.mathfactcafe.com

The Math Forum @ Drexel

«أنشطة رياضيات»

http://mathforum.org/library/topics/sports

Math Jokes

«أحاجي الرياضيات»

www.sonoma.edu/Math/faculty/falbo/jokes.html

Mathletics!

«ألعاب رياضة متعلقة بالرياضيات»

http://chalk.richmond.edu/education/projects/webunits/math/sport.html

Natural Math

«أنشطة الرياضيات والطبيعة»

www.naturalmath.com

NCTM Illuminations

«ألعاب رياضيات للمراحل بدءاً من الصف السادس حتى الثامن»

http://illuminations.nctm.org/Activities.aspx?grade=3

PBS Kids Lesson Plan: Play the Market

«لعبة رياضيات: سوق الأسهم»

http://pbskids.org/bigapplehistory/parentsteachers/business_lesson7.html

Puzzle Pixies

«ألعاب تفاعلية للمراحل بدءاً من الروضة حتى الصف الثامن»

www.puzzlepixies.com/medium/medium/sherlocks–secret–code.html

SuperKids® Math Worksheet Creator

«أوراق عمل وألعاب وأقوال ومفردات حول الرياضيات»

www.superkids.com/aweb/tools/math

Tessellation World of Makoto Nakamura

http://makoto–nakamura.sakura.ne.jp/home.index.html

Tessellations.org
www.tessellations.org

Texas Instruments: Classroom Activities

«أنشطة رياضيات للمراحل بدءاً من الروضة حتى الصف الثاني عشر، وأنشطة الآلة الحاسبة للأعمار جميعها»

http://education.ti.com/educationportal/sites/US/sectionHome/classroomactivities.html

U.S. Department of Education: Helping Your Child Learn Mathematics

«أنشطة يمكن أن يستخدمها أولياء الأمور للمراحل بدءاً من الروضة حتى الصف الخامس لتقوية مهارات الرياضيات، وبناء مواقف إيجابية قوية»

www.ed.gov/parents/academic/help/math/index.html

Universal Currency Converter
www.xe.com/ucc

Wolfram MathWorld™

«روابط لألعاب رياضيات ومفردات ودروس للمراحل بدءاً من الصف الثامن حتى الثاني عشر»

http://mathworld.wolfram.com/about

المنظّمات البيانية:

edHelper Graphic Organizers

«منظّمات بيانية جاهزة للطباعة»

www.edhelper.com/teachers/graphic_organizers.htm

Education Place Graphic Organizers (Houghton Mifflin Harcourt)

«منظّمات بيانية جاهزة للطباعة»

www.eduplace.com/graphicorganizer

Freeology.com

«منظّمات بيانية جاهزة للطباعة»

http://freeology.com/graphicorgs

Graphic.org Graphic Organizers

«منظّمات بيانية جاهزة للطباعة»

www.graphic.org/goindex.html

Kidspiration®:

«المراحل بدءاً من الروضة حتى الصف الخامس (تعلم مرئي لبناء الفهم المفاهيمي للرياضيات»

www.inspiration.com/kidspiration

National Library of Virtual Manipulatives

«فرص التعلم المرئي للرياضيات»

http://nlvm.usu.edu/en/nav/topic_t_5.html

NCES Kids' Zone: Create a Graph

«أنشطة رسم بياني للمرحلة الابتدائية»

http://nces.ed.gov/nceskids/createagraph/default.aspx

TeacherVision®:

«خطط دروس ونماذج جاهزة للطباعة وغيرها (منظمات بيانية وخطط دروس جاهزة للطباعة»

www.teachervision.fen.com/graphic–organizers/printable/6293.html

✣ التدريس والتقويم:

ALEKS®

«نظام التمرين على الرياضيات والتغذية الراجعة التصحيحية»

www.aleks.com

CTB/McGraw–Hill: Acuity™

«أداة التقويم التكويني»

www.acuityforschool.com

✣ الفيديو والأنشطة:

The Futures Channel®

«فيديو ودروس لتطبيقات العالم الحقيقي في العلوم والرياضيات»

www.thefutureschannel.com/hands–on_math.php

خـلال الأسابيع الأربعة الأولى من المدرسة، أقدم للطلاب ثلاث جلسات، مدة كل منها 15 دقيقة للتركيز على هذه المادة. وأشرح جزءاً من المادة بكلماتي الخاصة، وأستخدم النماذج أو الرسوم أو الصور الحقيقية لتركيب الدماغ. وتشجع أسئلـة الطلاب في العادة النقاش الـذي يعمّق فهمهم لوظائف الدماغ. وأسألهم أيضاً أسئلة تزيد من فضولهم، فقد أسأل مثلاً: «لماذا لا تتجدّد الخلايا العصبية نفسهـا في الدماغ على نحو ما هي في خلايا الجلـد والدم؟» وغالباً ما يحيّرهم السـؤال ويثير فضولهم. ويدرك الطـلاب أخيراً أن التعلم والتمرين مهمان حتى تصبح المعلومات ذكريات مخزنة في الخلايا العصبية، فإذا تجدّدت هذه الخلايا باستمرار في الدماغ، فسوف تُفقد هذه المعلومات التي اكتُسبت.

وعندما ندرس وظائف الدماغ، يرسم الطلاب رسوماً أو يشكّلون نماذج من الطيـن تمثّل التفرعات الشجرية (وتسمى الزوائد المتشجرة) التي تنمو لديهم. وأشجعهـم علـى المناقشة و/أو الكتابـة لمعرفة كيف تؤثر هـذه المعلومات في مواقفهم تجاه المدرسة، وفي عاداتهم الدراسية، وقدرتهم على تغيير ذكائهم.

وأدمج خـلال العام الدراسي، الرسائل التذكيريـة من وظائف الدماغ في استراتيجيـات التدريس. فعلى سبيل المثـال، عندما أعرض فوائد «الدندرايت» (التفرعات الشجرية)، أشجع النقاش المتعلق بذلك فينمو المزيد من التفرعات الشجرية في الشبكات العصبية عندما تصبح المعلومات التي تعلمناها أو تمرّنّا عليها أو استخدمناها، راسخة في الذاكرة. وعندما يشتكي الطلاب من الواجب المنزلـي، أطلب إلى متطوعين قراءة ملاحظاتهـم أو عرض رسومهم ليشرحوا كيف أن الواجب المنزلي هو فرصة لأدمغتهم لمراجعة المعلومات الجديدة التي اكتُسبت، وتحفيز نمو التفرعات الشجرية.

إن توضيح كيفية عمل الدماغ للطلاب –من حيث قدرتنا على التعلم– يمكن أن يكـون له مزايـا كثيرة، فضلاً عن زيـادة الدافعية والاهتمـام وفهم الطلاب لقيمـة استراتيجيـات التعلـم المتنوعـة المتوافرة لديهـم (ولمـاذا تنجح هذه الاستراتيجيـات؟). وفيما يأتي مثال يوضح لك كيـف يمكن أن تعرض معلومات متعلقة بالدماغ على الطلاب في المراحل الابتدائية العليا والمتوسطة.

يحدث التعلم خلال سلسلة من الأحداث الكيميائية والكهربائية. فكل شيء تتعلمـه يأتي إلـى الدماغ من خلال حواسـك. ولا يمتلك الدمـاغ أعصاباً حسّية تشعـر بالألم (لـذا، فإن بعض العمليـات الجراحية للدماغ يمكـن إجراؤها دون الشعور بالألم، ويكون المريض مستيقظاً، ويتحدث حتى يستطيع الطبيب معرفة أي الأجزاء المتضررة من الدماغ يمكن إزالتها بأمان). ترسل الأعصاب الحسية جميعها في جلدك وعضلاتك ومعدتك وعينيك وأذنيك وأنفك وحليمات التذوق، المعلومـات إلى الدماغ. وبهذه الطريقـة «تعرف» ما تراه أو تسمعه أو تشعر به أو تشمّه أو تتذوّقه.

ولكن يوجد في الدماغ عوائق تحول دون دخول المعلومات إليه. وهذه العوائق هـي مرشّحات تحمي الدماغ من الإصابة بالإرهـاق. والدماغ عضو مذهل ولكنه ليس مؤهلاً لمعالجة مليارات المعلومات الحسية التي تصله في كل ثانية! وعندما يكون دماغك هادئاً وليس مُجهداً بسبب المشاعر كالخوف أو الغضب أو الحزن، فعندئـذٍ تزداد قدرتك على التحكم، وانتقـاء المعلومات من بيئتك التي ستدخل إلـى دماغك، ومن ثم إلـى الدماغ الواعي **التأملـي**. ويمكنك تهدئة مركز إدخال المعلومات في دماغك –أيّ، **النظـام الشبكي المنشط**– لتتحكم في كيفية اختيار دماغـك للبيانـات الحسية لتسمح لها بالعبور من خـلال مرشح النظام الشبكي المنشط؛ حيث لا يعبر من هذا المرشح في الثانية الواحدة سوى 2000 معلومة من أصل مليارات المعلومات الحسية المتوفرة، ويمكنك التأثير في أي المعلومات تلفت

انتباهك ويُسمح لها بالدخول إلى الجزء الأعلى من الدماغ. وتتأثر أيضاً طريقة **تخزينـك** للمدخلات الحسّية التي تعبر مرشّحات دماغك بحالتك العاطفية، في الوقت الذي تسمع فيه المعلومات الحسية وتراها وتختبرها، وتتأثر أيضاً بطريقة استعداد دماغك لاستقبال المعلومات الجديدة من خلال تنشيط الذكريات عن الأمور التي تعرفها مسبقاً.

عندمـا تعمل مرشحات دماغـك على النحو الأمثـل –لأن مستويات التوتر لديك منخفضة ومستويات اهتمامك مرتفعة– فإن معظم المعلومات القيّمة هي التـي يمكنها أن تعبر إلى ذاكرتك وإلى الجزء المسؤول في دماغك عن التفكير. ولكن عندما تكون متوتراً أو قلقاً أو حزيناً أو محبطاً أو مرتبكاً أو شاعراً بالملل، فإن مرشحات دماغك على الأغلب ستوصل المعلومات الحسية من العالم حولك إلى الأجهـزة التلقائية في دماغك. وهذه الأجهـزة التلقائية التفاعلية يمكن أن تختار ثلاثة أشياء للتعامل مع المعلومات–فترسل إشارات تجعلك تسيء التصرف (**مقاومة** التجربة السلبية)، أو تحلم أحلام اليقظة أو تتصرف بلامبالاة (**الهروب** من الخبرات السيئة)، أو تتجاهل هذه المعلومات (**الفتور**). وهذا هو حال دماغك التفاعلي في حالة المقاومة / الهروب / الفتور.

إن زيـادة وعيك بمشاعرك الخاصة ونقاط قوتـك الشخصية تمكّنك من الاستجابـة لأهـم المدخلات (المعلومات) الحسّية في بيئتـك. فالتمرن على ما تعلمته ومراجعتـه وتطبيقه (المعالجة الذهنية) يزيد من قوة دوائر الذاكرة في دماغك؛ مما يجعل ما تعلمته يدوم مدة أطول في الذاكرة الطويلة المدى، وتستخدم المعرفة في حل المشكلات، وتكون مبدعاً.

دماغك عبارة عن "RAD"

يوجـد ثلاثة عناصر رئيسة في الدماغ هــي مفاتيح للتحكم في المعلومات التــي يستقبلها الدماغ ويعالجها. وهي تعمل مــن خلال قدرات التفكير والمنطق العالية التي تحدث في قشرة الدماغ الأمامية، وهذه القشرة عبارة عن طبقة رقيقة من الخلايا العصبية موجودة في مقدمة الدماغ وخلف العينين. وهذه المكوّنات الثلاثة هي ما أُشير إليها بِـ "RAD"، وهو اختصار آتٍ من الحروف الأولى من:

النظام الشبكي المنشط	Reticular Activating System (RAS)
اللوزة العصبية	Amygdala
الدوبامين	Dopamine

✣ النظام الشبكي المنشّط "RAS"

تدخل المعلومات إلى الدماغ بوصفها بيانات حسّية (آتية مما تسمعه أو تراه أو تشمه أو تلمسه أو تتذوقه). ولكي تدخل دماغك فإن على هذه المعلومات الحسية أن تعبــر أولاً من خلال النظام الشبكي المنشّــط، ولاحقاً عبر الجهاز الحوفي1 (وخاصة **اللوزة العصبية والحصين**) حيث يتم التعرف عليها وتقبلها، ثم وضعها في أنماط، وأخيراً تُخزّن في الذاكرة الطويلة المدى.

والنظام الشبكي المنشّط هو نظام تحويل الانتباه ويوجد في الجزء السفلي الخلفي من الدماغ (**جذع الدماغ**). ويستقبل هذا النظام المدخلات من الأعصاب الحسّيــة في الجسم التي تتجمع في النخاع الشوكــي آتيةً من النهايات العصبية الحسّاسة في العينين والأذنين والفم، وأجزاء أخرى من الوجه والجلد والعضلات والأعضــاء الداخلية. ويجب أن تعبر هذه الرسائل الحسّية أولاً من خلال النظام الشبكي المنشّط، ثمّ إمّا 1– أن تدخل إلى منطقة التفكير العليا في قشرة الدماغ

1.جهاز معقد من المسارات العصبية في الدماغ، التي تتعلق بالتعبير عن الغرائز والمشاعر المختلفة.

الأماميـة **التأملية** –2 وإمّا أن تُرسل مباشرة إلى المراكز التلقائية الانعكاسية **التفاعلية.**

إن الهدف من التعلم والتحكم العاطفي الناجحين هو إبقاء مرشّح النظام الشبكي المنشّط مفتوحاً أمام تدفق المعلومات التي تريدها أن تدخل إلى قشرة الدماغ الأمامية. وكلما ازددت توتراً، صَعُب عليك تركيز انتباهك وإنشاء ذكريات في دماغك التأملي، واستخدام ما تعلمته استخداماً جيداً في الامتحانات والإبداع في حل المشكلات. وإذا شعرت بالارتباك وأنك غير قادر على التحكم في الأمور، فإن دماغك التلقائي سيتولى زمام القيادة فيصبح ما تختبره وتركز عليه وتتذكره خارج نطاق سيطرتك. وأمّا إذا بنيت قوتك لتركيز انتباهك على المدخلات الحسّية الجديرة بالاهتمام، فعندئذٍ تصبح الأمور تحت سيطرتك **أنت**. والفرق بين الحالتين هو الفرق بين **تأملك** العالم الذي تعيش فيه وردة **فعلك** تجاهه، أيّ بمعنى آخر، أن تكون متحكّماً في التأثيرات الخارجية وليس خاضعاً لها.

ويمكنك تقوية قدرتك على اختيار كيفية إدراك دماغك للأشياء من حولك من خلال التركيز والتدريب على ممارسة الملاحظة الذاتية، وإدراك كيف يؤثر جهدك في قدرتك على تحقيق الأهداف. وإذا قررت أن تتمرن على ما تعلمته وراجعته سابقاً، فإنك تساعد على نموّ أجزاء من دماغك تجعل الذكريات دائمة.

❖ اللوزة العصبية: حيث يلتقي قلبك بعقلك

يُقسم الدماغ إلى فصوص، ولكل منها وظائف خاصة وروابط بالفصوص الأخرى. وهذه الروابط تبني شبكات من الاتصال بين الخلايا للأنشطة الذهنية الأكثر تعقيداً. فعندما تعبر المعلومات الحسّية التي تراها أو تسمعها أو تشعر بها أو تشمها أو تلمسها من خلال النظام الشبكي المنشّط، فإنها تنتقل إلى المراكز الحسية في دماغك الخاصة بإدخال المعلومات. حيث تدخل المعلومات الجديدة

أولاً إلى الدمـاغ في المناطق الأكثر نشاطاً، وهي **مناطق القشرة الحسّية** في كل فصّ متخصص من دماغك. وكل فصّ متخصص بتحليل البيانات الآتية إليه من إحدى الحواس.

ومـن ثمّ يتعـرّف دماغك هذه المدخـلات (البيانـات) الحسّية الجديدة، ويصنّفها ويطابقها مع الشبكات العصبية التي بنيتها مسبقاً بالذكريات المتعلقة بالمعلومـات الجديدة. فمثـلاً، عند النظر إلى ليمونة يرتبـط دماغك بالأنماط المخزّنـة في القشرة البصرية في الفصوص **القفوية**، وتتعرّف شبكات الإدراك الحسّي في الفصّ **الجداري** مظهر الليمونة.

وحتـى تصل المدخـلات الحسية التـي عبرت من خلال النظـام الشبكي المنشّط إلى قشرة الدماغ الأمامية، لا بد من أن تعبر من خلال المركز العاطفي لدماغك (**الجهاز الحوفي**) خاصة اللوزة العصبية والحصين، حيث ترتبط المعاني العاطفيـة بالمعلومات. فمثلاً، طعم الليمون الحامض لذيذ في عصير الفاكهة المثلج، ولكنه ليس كذلك في عصير الليمون غير المُحلّى. وعندما تُستقبل البيانات الحسّية، فإن هذه المرشّحات العاطفية تُقيّم قيمة بقائها وقيمة المتعة التي تجلبها.

مساعـدة المعلومـات على التدفق عبر اللوزة العصبية. حاول أن تتذكّر أحد «الأيام» عندما بدأ نهارك بداية سيئة. ففي ذلك اليوم استيقظت متأخراً ولم يكن لديك وقت لتناول طعام الفطور، وكان لديك كثير من الأشياء عليك أن تعملها قبل ذهابك إلى المدرسة. وذهبت إلى المدرسة وكنت قلقاً من زملائك هل سيقضون معك وقت الغداء أم لا، أو إذا تفوّه أحد الطلاب في صفك بكلام مؤذٍ. إن الذي لا تدركه ربما هو أنك لم تحصل على قسط كافٍ من النوم، ولم تتناول فطوراً مغذياً، وعليـه، فإن جسمك ليس الوحيد الذي سيعاني، بل دماغك أيضاً سيكون متوتراً وأقـل انتباهاً؛ لذا فإنك لم تستطع أن تكسب ما تريد في يومك المدرسي. وهذا

يحدث لأن التوتر يغلق المسارات عبر النظام الشبكي المنشط واللوزة العصبية التي توجّه المعلومات إلى التفكير التأملي والذاكرة في قشرة الدماغ الأمامية.

فمثلاً، إذا كنت تشعر بالملل في درسٍ ما (لأنك تعرف مسبقاً كيف تجري عمليـة القسمـة الطويلة، مثـلاً) أو بالإحبـاط (لأنك مرتبك بسبـب المفردات الصعبـة في القصة التـي يقرؤها طلاب الصف)، فإن مرشّـح اللوزة يستجيب للتوتر بامتصاص كميات مفرطة من الغذاء والأكسجين المتوفرين في دماغك. فيصبـح دماغك الآن في «حالة البقاء على قيد الحياة». وهذا النشاط المتزايد فـي اللوزة يعيق دخول المعلومات إلى دماغـك المفكر؛ لذا فالمعرفة التي تقدم إليك لا تصل أبداً إلى قشرة الدماغ الأمامية.

إن عمـل مرشّح اللوزة العصبيـة يشبه آلة التحويل فـي سكك القطارات؛ فإذا كنت متوتراً أو مرتبكاً جدًّا أو محبطاً فإن دماغك سيصبح في حالة «حالة البقاء على قيد الحياة»، وسترسل اللوزة العصبية المعلومات إلى الدماغ التلقائي المتفاعـل. وأمـا إذا كنت هادئاً ويقظـاً ومركّزاً فإن مرشّحـات اللوزة العصبية «ستقرر» إرسال المعلومات إلى الدماغ المفكر في قشرة الدماغ الأمامية.

وفضلاً عن ذلـك، إذا كان موقف التعلم ممتعاً وشعرتَ بالارتياح في أثناء الدرس، فستضيف اللوزة العصبية تعزيزاً كيميائيًّاعصبيًّا شبيهاً برقائق الذاكرة (على نحو ما هو موجود في الحاسوب) لتقوية كفاءة وجود المعلومات عندما

تُخزّن لاحقاً في الذاكرة. وأما في الحالة العاطفية الإيجابية، فسوف تتعلم ما تسمعـه وتقرؤه وتتذكّره بصورة أفضل، وستكون قـادراً على التحكم أكثر في عواطفك وتفكيرك وإبداعك.

تخزيـن الذكريات التـي تدوم. يوجد الحصين بجانـب اللوزة العصبية في الجهاز الحوفي، حيث تُربط المدخلات الحسّية الجديدة في مركز الترميز هذا

بذكريات تجاربك السابقة، والأشياء التي تعرفها مسبقاً المخزّنة في الذاكرة. ومن ثم تصبح الذكريات الترابطية التي رُمّزت حديثاً –الناجمة عن ربط المعلومات الجديدة بالذكريات الموجودة مسبقاً– جاهزة الآن لمعالجتها في قشرة الدماغ الأمامية.

وهنــاك شبكات اتصال عصبيــة متطورة جدًّا في قشــرة الدماغ الأمامية يحدث فيها التفكير الإبداعي التأملي والذكي. وعندما لا تمنع المرشّحات انتقال المعلومــات الحسّية مما تسمعه أو تراه أو تشعــر به أو غير ذلك من الأحاسيس، فعندئذٍ يمكــن أن تصل المعلومات إلى مناطق الوظيفة الذهنية العليا في قشرة الدماغ الأمامية. وتعالج هــذه الشبكات التأملية المسؤولة عن مستويات التفكير العليــا المعلومات الجديدة من خلال ما يُسمّى **بالوظائف التنفيذية** بما في ذلك إصدار الأحكام، والتحليل، والتنظيم، وحل المشكلات، والتخطيط، والإبداع.

ويمكن أيضاً في شبكات الوظائف التنفيذية في قشرة الدماغ الأمامية، أن تصبح ذكريات المعلومات الجديدة الترابطية المرمّزة القصيرة المدى ذكريات طويلة المدى. وعندما تستطيع تركيز انتباهك واستخدام المراقبة الذاتية لتقويم حالتــك العاطفيــة والتحكم فيها، فإن قشــرة الدماغ الأماميــة يمكنها أن تعالج المعلومــات الجديدة بكفاءة، وتنجح الوظائف التنفيذية نجاحاً باهراً في تنظيم المعلومات الجديدة وتحويلها إلى معرفة طويلة المدى.

الممارسة تؤدي إلى الديمومة. عندما تراجع شيئاً تعلّمته أو تتذكّره أو تمرّنت عليــه فــي كل مرة، فإن المعالجة الذهنية تزيد مــن نشاط الروابط بين الخلايا العصبية في الشبكة التي تحمل ذكريات هذه المعلومة. إن الإثارة المتكررة تقوّي الشبكــة –الممارسة تــؤدي إلى الديمومة– تماماً مثلمــا تقوى عضلاتك عندما تمرّنها. وعندما تنشط ذاكرتك فإن ذلك يؤدي إلى نمو حقيقي لبراعم جديدة من خلية عصبية إلى أخرى في دماغك تسمّى **التفرعات الشجرية** كالأغصان. وكلما

زاد عدد الروابط المتشكّلة زادت إثارتها، وطالت مدة بقائها في دماغك، وسيصبح من السهل تذكّرها عندما تحتاج إليها.

وعند مزاولة التمارين بصورة كافية، تمتد تفرعات أخرى في شبكة الذاكرة، وتُسمّى هذه التفرعات **المحاور** العصبية التي تحمل المعلومات بعيداً عن الخلايا العصبيــة، وتتغلّف بطبقة سميكة تُسمّى **الميالين** الذي يشبه المادة العازلة على السلـك الذي يوصل الكهرباء بصورة أفضل من السلك الذي لا يوجد عليه مادة عازلة. وعندما يكون هناك كثير من التفرعات الشجرية– وتكون ميالين المحاور العصبيــة كثيفة وجيدة– تدوم الذكريات مدة أطــول؛ لأن هذه الدورة الكهربية أقوى. تخيــل ما أعظم لو كانت ذاكرتك عن جــداول الضرب مستدامة وتلقائية كتلقائية ذاكرتك بكيفية قيادة الدراجة!

عند مراجعة التعلم الجديد بطرق تفاعلية، باستخدام المعرفة أو الطرائق لعمــل شــيء ما أو إحداثه أو حل المسائل أو تطبيقهــا على مواد أخرى، فإن هذه المعالجــة الذهنية تقوّي المسارات العصبيــة فتزداد قدرة دماغك على الربط. وتُسمّى هذه العملية المرونة العصبية، وتعني أن التمرين الذي يثير شبكات الدماغ المفيدة يؤدي فعليًّا إلى زيادة قوتها وفعاليتها.

إن جهودك الذهنية في عمليات الوظائف التنفيذية (مهارات التفكير العليا) جميعهــا، كتأجيل المتع، والعمل لتحقيق الأهــداف، وتقييم الاستراتيجيات التي استخدمتها عندما كنت في قمة نجاحك، تسهم في بناء دماغك فعليًّا ليصبح أداة ناجحة وفعالة تتحكم فيها. وتصبح كأنك رسّام الدوائر العصبية هذه في قشرة دماغــك الأمامية التي تركز انتباهك وتحتفــظ بالمعلومات في الذاكرة الطويلة المدى، وتسترجع المعرفة المخزّنة التي تحتاج إليها في حل المشكلات الجديدة في حياتــك الأكاديمية والعاطفية. هناك تشابك قــوي في شبكات قشرة الدماغ الأماميــة للتحكم العاطفي والتفكير الذكي. فعندما تُمرّن (تثير) هذه الشبكات،

ستجد أنك عندما تتوقف لتقيّم مشاعرك العاطفية بالكيفية التي تستخدمها في حـل المسائل الرياضية أو مهـارات كرة القدم، فإن الدوائر العصبية الأقوى في قشرة الدماغ الأمامية ستمكّنك بصورة أفضل من التحكم في الإحباط أو الارتباك أو الملل بدلاً من أن تتحكم هذه المشاعر فيك.

الدوبامين والمتعة

الدوبامين هو أحد أهم **الناقلات العصبية** (الموصلات العصبية) في الدماغ. وهناك ناقلات عصبية أخرى في الدماغ مثل السيروتونين، والتريبتوفان، والأسيتيل كولين، والنورإبينفرين. تذكّر أن دماغك يحمل أجزاء صغيرة للغاية من المعلومات في الخلايا العصبية في قشرة المخ. وهذه الخلايا تتصل بخلايا عصبية أخرى لنقل رسائل عبر التفرعات (المحاور العصبية والتفرعات الشجرية) التي تلامس تقريباً تفرعات الخلية العصبية المجاورة لها. وتحمل المحاور العصبية المعلومات بعيداً عن الخلية العصبية، في حين تجلب التفرعات الشجرية الرسالة إلى الخلية العصبية المجاورة. وتحدث اتصالات كثيرة لربط الجزء الصغير من المعلومات لكل خليـة عصبية بالخلايا العصبية الأخرى حتى تتجمـع الأجزاء كلها وتشكّل ذاكرة متكاملة.

وهناك فجوات بين المحاور العصبية والتفرعات الشجرية تُسمّى **التشابكات العصبية**. حيث تنتقل رسائل الدماغ من خلية إلى أخرى كتيارات كهربائية صغيرة. وتحتاج هذه الرسائل كالكهرباء، إلى أسلاك لنقلها. ونظراً إلى عدم وجود أسلاك في فجوات التشابكات العصبية، فإن هذه الرسائل الكهربائية تنقل عبر ناقلات عصبية كيميائية (كالدوبامين والسيروتونين والأسيتيل كولين). وهذه الناقلات العصبية هي بروتين الدماغ التي تحمل المعلومات عبر التشابكات العصبية.

وعندما يُفرز المزيد من الدوبامين وينتقل إلى أجزاء أخرى من دماغك، ينشّط خلايا عصبية إضافية ويزيد من المشاعر الطيبة. أما إذا كنت غير منتبه أو غضبان أو متوتراً، فتنتشر في دماغك ناقلات عصبية وكيميائية مختلفة، كالكورتيزول، وتسيطر عليك المشاعر السلبية.

وهناك أنشطة يمكنك القيام بها لتزيد من مستويات الدوبامين في دماغك. فالنشاط البدني الذي تستمتع به، والتحدث إلى زملائك، والضحك، والشعور بالمكافأة الداخلية عند القيام بأعمال بصورة صحيحة، وتحقيق هدف شخصي، والإصغاء إلى شخص يتحدث إليك، والتصرف بلطف. وجميع هذه الأنشطة ربطت بزيادة الدوبامين والمتعة.

إن لدى دماغك شبكة مسؤولة عن المكافأة، وهي نواة أكمبنس داخل دماغك، التي تفرز الدوبامين أولاً في قشرة الدماغ الأمامية، حيث تتوافق المستويات العالية من الدوبامين في قشرة الدماغ الأمامية مع المشاعر المتزايدة للرضا أو المتعة. وعندما يحدث ذلك بعد أن يعرف دماغك أن توقّعه صحيح، تزيد نقاط قوتك الشخصية ومواهبك وإبداعك ودافعيتك للمثابرة، على الرغم من أنك قد ترتكب الأخطاء أو تجد صعوبة في البحث عن الإجابة.

إن تعزيز الدوبامين الآتي من شبكة المكافأة هذه لا يزيد من إحساسك بالمتعة فحسب، بل يزيد أيضاً من الناقلات العصبية كالأسيتيل كولين الذي يزيد من انتباهك وتركيزك وذاكرتك والوظائف التنفيذية لقشرة دماغك. ويمكنك عندئذ أن تستخدم قدرتك على إصدار الأحكام واتخاذ القرار؛ **لأنك** المسؤول وليست الأجزاء التلقائية غير المفكرة والمحدودة في حالة المقاومة/ الهروب/ الفتور.

أنت تعرف الآن أنه عند إطلاق الدوبامين في أثناء الأنشطة التعلمية الممتعة، فإنــه يزيد فعليًّا مــن قدرتك على التحكم في الانتباه وتحويل التعلم إلى ذكريات طويلة المدى. ما الذي ستفعله لتجعل دماغك يطلق المزيد من الدوبامين لزيادة هذا الشعور بمكافأة المتعة؟ وما الذي ستفعله لزيادة قدرتك على الانتباه وتذكّر الأشياء التي تريد تذكّرها؟

فكّر في التجارب أو الأنشطة التي تمنحك هذا الإحساس بالإنجاز والمتعة المرتبطين بإفراز الدوبامين. وفكّر في نقاط قوتك الشخصية، كالقدرة الفنية، أو القيــادة، أو المهــارة الرياضيــة، أو القدرة الموسيقيــة، أو تقدير الطبيعة، أو التفــاؤل، أو اللطــف، أو القدرة على التحمــل، أو الإبداع، أو حــل المشكلات، أو القدرة على رؤية «الصورة الكبيرة»، وملاحظة التفاصيل ومساعدة الأصدقاء أو الزمــلاء على حــل مشكلة ما. واستخدم نقاط القوة هذه في عمل أشياء تريد أن تعملها بصورة صحيحة. وابذل جهداً، وتأنّ في تقدير تقدمك في المدرسة أو في غير ذلك من الأمور ذهنيًّا، كالرياضة أو الفن أو الموسيقى أو الأمور الأكاديمية. سيتوافــر الدوبامين الذي يطلق في أثناء هذه الأنشطة والتأملات؛ كي يزيد من انتباهك وتركيــزك وإبداعك وقدرتك على حل المشكلات. إنها حالة يربح فيها الجميع: استمتع وكن ذكيًّا!

اغتنم وقتك حتى تدرك كيف تشعر عندما تختبر متعة القناعة الذاتية التي تشعر بها عندما يطلق دماغك الدوبامين والأسيتيل كولين. في هذه الأوقات، تعمل هذه الناقلات العصبية معاً في الحصين، وهو مركز ترميز الذكريات بجانب اللوزة العصبيــة، لبدء عملية تحويــل المعلومات الجديدة إلى رسائل مرمّزة يمكنها أن تنتقل إلى قشرة دماغك الأمامية، وتستقر في الذكريات الطويلة المدى. ويمكنك أن تفعّل هذه العملية في التعلم. فمثلاً، إذا كان نشاط التمرن على المفردات الذي تقــوم به يتضمن نشاطاً بدنيًّا ممتعاً، كالتمثيــل أو رسم معاني الكلمات، فعندئذٍ

سيتعلم دماغك الربط بين التمرّن على المفردات والمتعة، فتزداد كفاءة الدراسة وسهولتها وسرعتها، وتزداد أيضاً ديمومة ذكرياتك.

الخاتمة

يمكنـك من خلال بـذل الجهـد لتحقيق الأهـداف المهمة علـى الصعيد الشخصي مستعيناً بنقاط قوتك والاستراتيجيات والأدوات الناجحة التي لديك، أن تكـون مهندس دماغـك الأكثر ذكاءً وإبداعاً وقوة. وأضـف إلى ذلك إدراكك العاطفي–تأمـل مشاعـرك الخاصـة ومشاعر من حولك–، وسيـؤدي ذلك إلى تقوية معلومات التعلم المهمة من خلال النظام الشبكي المنشّط واللوزة العصبية والدوبامين. ومن ثمّ يمكن أن تصل المعلومات إلى قشرة الدماغ الأمامية، ويمكنك أيضاً استخدام مهارات التفكير العليا (دماغك التأملي) في بناء الذكريات الطويلة المدى التي تستطيـع استرجاعها عندما تحتاج إلى المعلومات في امتحان ما أو في أي عمل تقوم به.

إنك تعرف حاليًّا أنك تحمل المفتاح الذي يمكّنك من التأثير في أي معلومات ستدخل من خلال مرشّحات دماغك، وكيفية معالجة التعلم الجديد معالجة ذهنية لجعل الذكريات دائمة. فإذا فكرت قبل أن تتصرف، واتبعت الاستراتيجيات التي تجـد أنها قيّمة، ومارست الوظائف التنفيذيـة لقشرة الدماغ الأمامية ومسارات التحكـم العاطفي، فعندئذٍ يمكنك تغيير دماغـك ليصبح أكثر نجاحاً في إنجاز العمل الذي تطمح إليه، واختبار مزيد من المتع في المهام الأكاديمية والاجتماعية.

ويمكنـك أن **تتأمـل** بـدلاً مـن أن **تتفاعل** عندما تـؤدي امتحانـاً صعباً في المدرسـة، أو عندما تواجـه مشكلات اجتماعيـة مع أصدقائـك. وكلما تمرّنت أكثـر، أصبح دماغـك أداة أكثر كفـاءة تتحكم فيها لتحقـق أقصى قدراتك في التعلم والإبداع. ويمكنـك تحقيق أحلامك والإفادة من المعلومات التي تكتسبها

من معلميك ووالديك وأصدقائك ومن الكتب والعالم من حولك، لتصبح الإنسان الحكيم اللطيف الذي تطمح إليه، وتساعد على الارتقاء بالعالم ليكون أفضل للبشر.

قائمة المصطلحات

الأسيتيل كولين acetylcholine: ناقل عصبي مسؤول عن إثارة مراكز عديدة في الدماغ، بما في ذلك الحصين وجذع الدماغ والدماغ الأمامي (حيث يحدث التعلم الجديد).

المرشّح العاطفي affective filter: مصطلح يشير إلى حالة عاطفية من التوتر لدى الطلاب إذ لا يستجيبون لمعالجة المعلومات الجديدة وتعلمها وتخزينها. ويُعبّر عن هذا المرشح العاطفي من خلال دليل مادي موضوعي هو التصوير العصبي للوزة العصبية، التي تصبح مفرطة في النشاط الأيضي في أثناء فترات التوتر العالي. وفي هذه الحالة من الإثارة المفرطة، لا تمر المعلومات الجديدة عبر اللوزة العصبية لتصل إلى مراكز معالجة المعلومات في قشرة الدماغ الأمامية.

اللوزة العصبية amygdala: جزء من الجهاز الحوفي في الفصّ الصدغي للدماغ. وكان يُعتقد في البداية أنها تؤدي دور مركز الدماغ الذي يستجيب فقط للخوف والتوتر. فعندما تتحسس اللوزة العصبية خطراً أو توتراً عالياً تصبح مفرطة النشاط. وأظهرت صور الرنين المغناطيسي الوظيفي (fMRI) والتصوير المقطعي بالإصدار البوزيتروني (PET) نشاطاً أيضيًّا مرتفعاً تمثّل في زيادة كبيرة لاستخدام الجلوكوز المشع والأكسجين في منطقة اللوزة العصبية. وتظهر نتائج تصوير الأعصاب هذه لدى الطلاب عندما يشعرون باليأس أو بالتوتر بسبب الملل أو بالقلق. عندما تكون اللوزة العصبية في حالة توتر أو خوف، أو تكون في حالة نشاط مفرط بسب القلق، أو الشعور بالإحباط لعدم فهم الدرس، فإن إمكانية وصول المعلومات الآتية من خلال مناطق إدخال المحسوسات في الدماغ تكون محدودة لتصل إلى قشرة الدماغ الأمامية مروراً باللوزة العصبية.

وتُوجَّــه المدخلات، بدلاً من ذلك، إلى الدماغ السفلي التفاعلي، وينتج عن ذلك سلوك مثل المقاومة/ الهروب/ الفتور.

المحــور العصبــي axon: هو امتداد ليفي دقيق من الخلية العصبية يحمل النبضــات بعيداً عن جسم الخلية إلى الخلايا الأخرى المستهدفة (مثل الخلايا العصبية، خلايا العضلات، خلايا الغدد).

رسـم خريطـة الدماغ brain mapping: تقنيــة في علم الأعصاب تقيس النشــاط الكهربائي الذي يمثّل نشاط الدماغ في الممــرات العصبية باستخدام استجابــة تخطيط كهربائية الدماغ (EGG) مع مرور الوقت. وتسمح هذ التقنية للعلماء بتعقب أي أجزاء من الدماغ تكون نشطة عندما يعالج الشخص المعلومات في المراحل المختلفة من إدخال المعلومات، وتنميطها، وتخزينها، واسترجاعها. وترتبــط مستويــات النشاط في مناطــق معينة من الدماغ بمــدى كثافة معالجة المعلومات.

الجهــاز العصبــي المركـزي central nervous system: جزء من الجهاز العصبي يتألف من الحبل الشوكي والدماغ.

المخيـخ cerebellum: هيكل كبير يوجد في قمة جذع الدماغ، ويشبه في شكلــه زهــرة القرنبيط. وهو مهم للغايــة في مسألة التنسيق، ولــه روابط كثيرة بالفص الأمامي (مقارنة بالفصوص الأخرى).

قشـرة المـخ cerebral cortex: الطبقة الخارجية للمخ، تشتمل على أعلى نسبــة من الخلايا العصبية، ولونها أكثر قتوماً من روابط الألياف العصبية؛ لذا تسمــى أيضاً «المادة الرماديــة». وتشكّل قشرة المخ الأمامية عنصراً رئيساً في الوظائــف التنفيذيــة كالتخطيط، وحل المشــكلات، ووضع الأولويــات، وإصدار الأحكام، وتحليل الأخطار، والتفكير النظري والمجرد.

التحزيم chunking: استراتيجية تعلّم تُمكّن الطلاب من تذكّر المزيد من المحتوى بنجاح كبير. ونظراً إلى الاعتقاد السائد أن سعة الذاكرة العاملة للتذكر الفوري محـدودة تتراوح من خمسة إلى تسعة عناصـر لا يرتبط بعضها ببعض، فإن تصنيـف المعلومات وفرزها إلى عدد من الحـزم أو المجموعات–بدلاً من حفـظ كثير منها بصـورة غير مترابطة–يساعد الطلاب علـى استيعاب المادة بصورة أكثر كفاءة.

المعرفة أو الإدراك cognition: عملية ذهنية تمكّننا من إدراك ما حولنا، واستخدام هذه المعلومات في حل المشكلات، وفهم معنى الأشياء في العالم.

التصوير المقطعي المحوسب (تصوير CAT أو تصوير TC): Computer–ized tomography (CT scan, CAT scan) تصوير للأعصاب يستخدم حزمة ضيقة من الأشعة السينية لإيجاد صور للدماغ تظهر على صورة سلسلة من شرائح الدمـاغ. ولإنتاج الصورة، يخمّـن برنامج حاسوبي كمية الإشعاع التي تُمتص في مناطق صغيرة داخل المقاطع العرضية من الدماغ.

فك ترميز المدخلات الحسية decoding sensory input: كيفية استقبال الدماغ المعلومات الآتية إليه وفهمه لها. حيث يجب أن تدخل أي معلومات جديدة أو تعلـم جديـد إلى الدماغ من خـلال حاسة أو أكثر (السمـع، البصر/التصور، اللمـس، التذوق، الشم، الشعور العاطفي). ويبدأ أولاً تلقي المعلومات عن طريق مستقبلات معينة للحواس، ثم تنتقل هذه المعلومات من المستقبلات إلى النظام الشبكي المنشّط الموجود فوق الحبل الشوكي، فإمّا أن تُقبل وإمّا أن تُعدّل، ومن ثم يُصار إلى تجاهلها.

التفرعـات الشجريـة dendrites: امتـدادات بروتوبلازميـة تشعّبية تنقل المعلومات على صورة إشارات كهربائية إلى المحاور العصبية أو أجسام الخلايا

العصبية. ويمكــن أن تحمل الخلية العصبية الواحدة آلاف التفرعات الشجرية. وتزداد التفرعات الشجرية في الحجم والعدد استجابة للتجربة وتخزين المعلومات والمهــارت التي مورست وتُعلِّمت. وتحفز أيضــاً بروتينات تُسمّى بالنيوروتروفين نمو التفرعات الشجرية.

«الدندرايت» dend–write: وهو اسم لنشاط يلخص فيه الطلاب المعلومات الجديدة ويسجلونها بعباراتهم الخاصة. وتشير هذه العبارة إلى حقيقة أن التعلم الجديد–عندمــا يتأسس فعلياًّ في الدماغ–يصاحبه نمو مزيد من الروابط بين الخلايا العصبية التي تُسمى التفرعات الشجرية.

الدوبامين dopamine: ناقل عصبي يرتبط بمشاعر الرضا والمتعة والتعلم المحفّز من قبل المكافأة الذاتية.وقد أظهر تصوير الأعصاب أن إطلاق الدوبامين يــزداد استجابــة للفكاهة والحركــة والاختيــار والتفاعل الإيجابــي والموسيقى والاستماع إلى قصص تقرأ بصوت عالٍ.

أنشطة الدمــاغ الكهربائــي (electroencephalography) (GEE): قياس فيسيولوجي عصبي للنشاط الكهربائي الذي يحدث بسبب الإرسالات بين الخلايا العصبية.

الوظيفــة التنفيذيــة executive function: معالجــة معرفيــة للمعلومات موجهــة بصــورة كبيرة من قشرة الدمــاغ الأمامية، حيث تنضــج هذه المعالجة الذهنية أخيراً، وتتضمن التنظيم، والتحليل، والفرز، والربط، والتخطيط، ووضع الأولويــات، والتسلســل، والرقابة الذاتيــة، والتصحيح الذاتــي، والتجريد، وحل المشكلات، وتركيز الانتباه، وربط المعلومات بالتصرفات المناسبة.

التصويــر الوظيفي للدمــاغ (تصوير الأعصــاب) functional brain im– aging (neuroimaging): استخــدام تقنيات لإظهار بنيــة الدماغ أو وظيفته أو

حالتـه الأيضية بصورة مباشرة أو غير مباشرة. ويُظهر التصوير الهيكلي البنية الكلية للدماغ، في حين يعطي التصوير الوظيفي تصوراً لمعالجة المعلومات التي تدخـل إلى الدماغ. وتُرى هذه المعالجة بصـورة مباشرة عندما «تضيء» أجزاء من الدماغ خلال زيادة النشاط الأيضي أو تدفق الدم أو استخدام الأكسجين أو امتصاص الجلوكوز.

التصوير بالرنين المغناطيسي الوظيفي (IRMf) functional magnetic resonance imaging: نوع من التصوير الوظيفي للدماغ يستخدم الخصائص المغناطيسية للهيموجلوبين الذي يحمـل الأكسجين في الدم، لإظهار أي أجزاء الدمـاغ نشطة وإلـى أي درجة، في أثنـاء ممارسة الأنشطة الأدائيـة والمعرفية المختلفة. ومعظـم أبحاث fMRI تعرّض الخاضعين للاختبـار للتصوير عندما يواجهـون مثيرات مرئية أو سمعية أو حسيـة أو عاطفية، ويستجيبون للمدخلات بصورة فاعلة أو غير فاعلة.

الخلايـا العصبيـة اللزجـة glia: خلايـا متخصصة تكمّـل نشاط الخلايا العصبيـة في الدماغ وتدعمهـا وتغذّيها. والخلايا النجمية هـي أكثرها وجوداً، ويظهـر أنها تؤدي دوراً رئيساً في تنظيم كمية الناقلات العصبية في التشابكات العصبية من خلال امتصاص الناقلات العصبية الزائدة. والخلايا اللزجة القليلة التفرعـات هي خلايا متخصصة لتشكيل غمد الميالين حول كثير من امتدادات المحاور العصبية.

المـادة الرمادية gray matter: مصطلح يشير إلى اللون الرمادي–البني لأجـزاء من الدمـاغ والحبل الشوكـي التي لها أعلـى نسبة من أجســام الخلايا العصبية، في حين تتألف المادة البيضاء بصورة رئيسة من نسيج داعم وروابط بين الخلايا العصبية.

الحُصين hippocampus: حافة في قعر كل بطين جانبي من الدماغ، يتألف من المادة الرمادية وله دور رئيس في التعلم والذاكرة والضبط العاطفي. ويستقبل الحصين المدخلات الحسية ويدمجها في الأنماط الترابطية أو العلائقية، وعليه، فإنه يربط الجوانب المنفصلة من التجربة بعضها بعض على صورة أنماط قابلة للتخزين للذكريات الترابطية.

ما تحت المهاد hypothalamus: جزء من الدماغ يقع أسفل المهاد، وينظم درجة حرارة الجسم وعمليات أيضية معينة وغيرها من الأنشطة الذاتية التي تحافظ على الجسم في حالة توازن (في حالة فيسيولوجية مستقرة). ويتألف ما تحت المهاد من مجموعة من الأنوية المهمة التي تسهّل كثيراً من الوظائف المهمة. وتشترك أنوية ما تحت المهاد في تنظيم كثير من الأعضاء الداخلية للجسم من خلال الاتصال الهرموني. ويُعدّ ما تحت المهاد جزءاً رئيساً من محور تحت المهاد، أيّ–الغدة النخامية–الغدة الكظرية (HPA) المهمة جدًّا في الاستجابة للتوتر.

الجهاز الحوفي limbic system: مجموعة من هياكل الدماغ العميقة المترابطة المسؤولة عن الشمّ والعاطفة، والدافعية، والسلوك، وكثير من الوظائف الذاتية. ويتضمن الجهاز الحوفي المهاد واللوزة العصبية والحصين وأجزاءً من الفصوص الصدغية والأمامية.

الفصّ الصدغي الوسطي medial temporal lobe (MTL): منطقة في الجانب الداخلي لكل فصّ صدغي ترتبط بقشرة الدماغ الأمامية بصورة دائرية. ينشط الفص الصدغي الوسطي –من بين كثير من الوظائف– في ربط العناصر المنفصلة للتجربة ضمن ذاكرة متكاملة. وتتضمن هذه المنطقة من الدماغ كثيراً من المناطق المهمة لتشكيل الذكريات الجديدة، يُعد الحصين واحداً منها.

الإثـارة الأيضيـة المفرطـة metabolic hyperstimulation: زيادة في عمليــة الأيض (الاستخدام البيولوجي) للأكسجيــن أو الجلوكوز لتغذية الخلايا العصبية. وعندما يكون الجهــاز الحوفي، خاصة اللوزة العصبية، مثاراً بصورة مفرطة بسبــب التوتر المرتفع، ومغموراً في النشاط الأيضي العصبي لدرجة أن المعلومات الجديدة لا تنتقل من خلاله إلى الأجزاء المسؤولة عن التفكير العالي المستوى (كقشرة الدماغ الأمامية).

ما وراء المعرفة metacognition: معرفة المرء بمعالجة المعلومات لديه والاستراتيجيــات التي تؤثر في تعلمه. فبعــد الانتهاء من الدرس أو التقويم، فإن تشجيع الطلاب على تأمل استراتيجيات التعلم الناجحة التي استخدموها يمكن أن يساعد على تعزيز الاستراتيجيات الفعالة وتحسين التعلم مستقبلاً.

الميالـيـن myelin: طبقــات عازلة من الدهون والبروتيــن تغطي المحاور العصبيــة لكثير من الخلايا. ويزيــد الميالين من سرعة الارتباطات بين مناطق الدماغ مما ينتج عنه وصول المعلومات واسترجاعها على نحو أكثر كفاءة.

الدوائر العصبية neuronal circuits: روابط كيميائية كهربائية ترسل من خلالها الخلايا العصبية رسائل مرمّزة إلى بعضها بعضاً. وعندما تتكرر أنماط معينة من الإثارة ضمن المجموعة الواحدة من الخلايا العصبية، تتطور الدائرة التــي تربطها على نحو أكثر، وتصل الاستجابة والإثارة الفعالة لها بصورة أكبر. وعندمــا تمارس ذلك (إثارة متكــررة لروابط مجموعة من الخلايا العصبية في الدوائر العصبية) يحدث تخزين واسترجاع أكثر نجاحاً في الذاكرة.

الخلايـا العصبيـة neurons: خلايــا متخصصة في الدمــاغ وفي الجهاز العصبي تخــزن أجزاء صغيرة من الذاكرة بصورة فرديــة. وعندما ترتبط معاً

بوساطة المحاور العصبية والتفرعات الشجرية، يتصل بعضها ببعض وتسترجع الذكريات.

الناقلات العصبية neurotransmitters: بروتينات في الدماغ تنقل المعلومات عبر التشابكات العصبية، وتدور أيضاً في أنحاء الدماغ. وتُفرَز هذه الناقلات العصبية الموجودة بين التشابكات العصبية بوساطة النبضات الكهربائية على أحد جوانب التشابكات العصبية، ومن ثم تتدفق عبر الفجوة بين التشابكات العصبية حاملة المعلومات لتثير النهاية العصبية المجاورة لها في المسار. وعندما يُلتقط الناقل العصبي بوساطة النهاية العصبية المجاورة، ينشط النبض الكهربائي لينتقل إلى العصب التالي. وتتضمن الناقلات العصبية في الدماغ السيروتونين، والأسيتيل كولين والدوبامين وغيرها. وعندما تستنفد الناقلات العصبية الكثير من المعلومات المنتقلة عبر الدائرة العصبية دون توقف، تتباطأ سرعة النقل على طول العصب إلى مستوى منخفض الفعالية.

النيوروتروفين (عامل نمو العصب) neurotrophins (nerve growth factor): بروتينات تثير نمو الخلايا العصبية، ويُطلق النيوروتروفين بكميات كبيرة في أثناء النوم، مما يؤدي إلى زيادة في تشكل تفرعات شجرية جديدة متشعبة بين الخلايا العصبية.

نواة أكمبنس nucleus accumbens: منطقة في الدماغ تقع فوق جذع الدماغ، مسؤولة عن الوظائف المتعلقة بالدافعية والمكافأة الذاتية، خاصة من خلال إطلاق الدوبامين في قشرة الدماغ الأمامية عندما يدرك الشخص توقّعاً أو قراراً صحيحاً.

الفص القذالي (مناطق الذاكرة البصرية) occipital lobes (visual memory areas): الفصوص الخلفية في الدماغ التي تؤدي وظائف عدة، منها معالجة المدخلات البصرية.

الفصوص الجدارية parietal lobes: فصوص على كل جانب من الدماغ تعالج المدخلات الحسية والأماكن وأنشطة القراءة وغيرها من الوظائف.

التنميط: عملية يستقبل بها الدماغ البيانات الحسّية، ويولّد أنماطاً من خلال ربط المعلومات الجديدة بالمادة التي تُعلِّمت سابقاً، أو من خلال تحزيم المادة إلى أنظمة نمطية مستخدمة من قبل؛ حيث يرتبط التعلم بزيادة الأنماط التي يمكن أن يستخدمها الطلاب ويدركوها ويتواصلوا بها. وكلما توسعت قدرة الطلاب على إدراك الأنماط والعمل بها، وعرض مادة جديدة بطريقة تجعلهم قادرين على إدراك العلاقات، أمكنهم توليد كثير من أنشطة الخلايا في الدماغ (أي تشكيل روابط عصبية جديدة)، والوصول إلى أنماط أكثر نجاحاً لتخزينها في الذاكرة طويلة المدى واسترجاعها.

المرونة (المرونة العصبية) plasticity (neuroplasticity): قدرة الدماغ على التغير من الناحية البنيوية (الهيكلية) والوظيفية نتيجة للتعلم والخبرة. وتسبب هذه المرونة نموًّا عصبيًّا متزايداً مرتبطاً بالنشاط المتكرر للشبكة العصبية. إن تشكّل التفرعات الشجرية وتلفها وكذلك تلف الخلايا العصبية يسمح للدماغ بإعادة تشكيل شبكات الروابط بين التفرعات الشجرية والخلايا العصبية وتنظيمها، استجابة لاستخدامها المتزايد أو المتناقص.

التصوير المقطعي بالإصدار البوزيتروني (TEP) positron emission tomography: تقنية في تصوير الأعصاب تنتج صورة ثلاثية الأبعاد للعمليات الوظيفية في الجسم، بناءً على كشف للإشعاع المنبعث من البوزيترونات (جسيمات

أولية تنبعث من مادة مشعة تعطى للخاضع للاختبار مع الجلوكوز). وعندما يشترك الخاضع للاختبار في أنشطة معرفية متنوعة، يسجل التصوير معدل استخدام مناطق معينة في الدماغ للجلوكوز. وتستخدم هذه التسجيلات في إنتاج خرائط للمناطق ذات النشاط الدماغي المرتفع في وظائف معرفية خاصة. ومن أكبر عيوب هذا النوع من التصوير هو أنه محدود لمراقبة مهام قصيرة؛ لأن النشاط الإشعاعي ينخفض تدريجيًّا. أما تقنية الرنين المغناطيسي الوظيفي الحديثة فليس لها سلبية محدودية الوقت؛ لذا فقد أصبحت هي وسيلة التصوير الوظيفي المفضلة في أبحاث التعلم.

قشرة الدماغ الأمامية prefrontal cortex: الجزء الأمامي من الفصوص الأمامية. وهذه القشرة نشيطة في أداء الوظائف التنفيذية والذاكرة طويلة المدى والتحكم في العاطفة. وهي مرتبطة بمعالجة المعلومات بصورة أكثر إدراكاً وتأملاً.

التشذيب pruning: عملية تدمير الخلايا العصبية غير المستخدمة. ينتج دماغ الطفل خلايا عصبية وروابط بين الخلايا (المشابك) بصورة مفرطة، ومن ثم يبدأ بتشذيبها عندما يصبح في الثالثة من عمره تقريباً. ويحدث التشكيل الثاني للتشابكات العصبية قبل فترة البلوغ، وتتبعها مرحلة أخرى من التشذيب. ويسمح التشذيب للدماغ بتقوية التعلم من خلال تشذيب الخلايا العصبية والتشابكات العصبية غير المستخدمة، ولف مادة بيضاء (الميالين) حول أكثر الشبكات العصبية استخداماً لتثبيتها وتقويتها.

أنشطة الدماغ الكهربائية الكمية (GEEq) quantitative electroenceph-alography: تقنية تزوّدنا ببيانات عن مخطط الدماغ بناءً على مواقع أنماط الموجات الدماغية الآتية من أجزاء الدماغ النشيطة في معالجة المعلومات. ويستخدم التخطيط الكهربائي الكمي للدماغ والتقنية الرقمية في تسجيل الأنماط الكهربائية على سطح فروة الرأس التي تمثّل نشاطاً كهربائيًّا لقشرة الدماغ

أو موجاتـه. وتضيف اختبـارات التخطيط الكهربائي الكمـي للدماغ «الوظيفية» تسجيلات لتقويم استجابة الدماغ للقراءة أو الاستماع أو الحساب أو غيرها لإعطاء ملخصات مرئية للخرائط الطبوغرافية.

نظريات تعزيز التعلم reinforcement learning theories: نظريات قائمة على فرضية أن الدماغ يجد أن بعض حالات الإثارة مرغوبة أكثر من غيرها، ويقيم الروابط بين تلميحات معينة وهذه الحالات أو الأهداف المرغوبة.

الذاكرة الترابطية relational memory: نوع من الذاكرة تعمل حين يتعلم الطلاب شيئاً، ويضيفونه إلى تعلمهم السابق الذي أتقنوه؛ فإنهم عندئذ يشاركون في تشكيل «الخرائط» الموجودة مسبقاً في أدمغتهم أو يتوسعون فيها.

النظام الشبكي المنشط reticular activating system (RAS): جزء سفلي من الدماغ الخلفي يرشح المثيرات الآتية كافة، ويقرر أي المعلومات الحسية من البيئـة يسمح لهـا بالعبور إلى الدماغ العلوي. ويحذر هـذا النظام الدماغ من أن المستقبلات الحسية في الجسم أرسلت المدخلات الحسية إلى الحبل الشوكي. وتتضمن العناصر الرئيسة التي تنبه تركيز النظام التجديد والتغيير، خاصة فيما يتعلق بالأخطار أو المكافآت المحتملة.

الذاكـرة الصمّيّة (الحفظ عن ظهر قلـب) rote memory: نوع من الحفظ مطلوب بصورة شائعة من الطلاب في المدارس. وهذا النوع من التعلم يتضمن حفظ، وعادة نسيان، الحقائق التي غالباً ما تكون ذات أهمية أو قيمة عاطفية قليلة بالنسبة للطلاب، كقائمة من الكلمات يتعين عليه حفظها. والحقائق التي تُحفظ من خلال التدريب عليها مراراً وتكراراً، ليس لها أنماط أو روابط واضحة أو جذابة، وهـذه الحقائق تعالج بوساطـة الذاكرة الصمّيّة. وإذا لم تقدم هذه الحقائق في سياق، أو من خلال إيجاد علاقة بين بعضها بعضاً– أو علاقة بحياة الطلاب–فإن

هذه الحقائق سوف تخزن في المناطق غير النشطة في الدماغ البعيدة عن أماكن التفكير النشط. وأنظمة التخزين هذه هي أجزاء دقيقة منعزلة في الدماغ يصعب تحديد مكانها واسترجاعها لاحقاً؛ نظراً لقلة المسارات العصبية المؤدية إليها.

السيروتونين serotonin: ناقل عصبي يُستخدم في حمل الرسائل بين الخلايا العصبية. وقد تسبب كميات قليلة جداًّ منه الاكتئاب. ويُعزّز تشعّب التفرعات الشجرية بوساطة السيروتونين (وكذلك الأسيتيل كولين) الذي يفرزه الدماغ في الغالب بين الساعة السادسة والثامنة من بداية النوم (ليس نوم حركات العين السريعة).

القشور الحسية الجسدية somatosensory cortexes: المناطق–توجد كل واحدة منها في الفصّ الجداري في الدماغ–التي تعالج فيها بصورة نهائية المدخلات الآتية من كل مستقبِل حسّي (السمع واللمس والتذوق والبصر).

المستوى الأدنى للانتباه survival level of attention: أقل مستوى من الانتباه تتطلّبه معالجة المعلومات واسترجاعها. وقد يصل الطلاب إلى هذا المستوى عندما يتعرضون إلى كثير من التوترات، فمثلاً عندما يشعر الطلاب بالارتباك والحيرة بسبب مرورهم بتجربة صفية كانوا غير قادرين فيها على الربط أو التركيز أو بناء أنماط أو إعطاء المعنى من المعطيات الحسية.

التشابكات العصبية synapses: الفجوات المتخصصة بين المحاور العصبية والتفرعات الشجرية والخلايا العصبية المشتركة في نقل المعلومات. تحمل الناقلات العصبية المعلومات عبر الفراغ الذي يفصل بين امتدادت المحور العصبي لخلية ما والتفرعات الشجرية التي تؤدي إلى الخلية العصبية التالية في المسار العصبي. وتُحمل المعلومات وهي في حالة كهربائية عندما تُنقل في العصب، قبل عبور الرسالة الكيميائية للتشابكات العصبية وبعد عبورها.

الفصوص الصدغية temporal lobes: فصوص على جوانب الدماغ تعالج جوانــب من المدخلات السمعية والكلامية واللغة المحكية واستقرار المزاج من خلال الألياف الممتدة التي تؤدي إلى الجهاز الحوفي.

المهاد thalamus: جزء من الدماغ مسؤول عن معالجة المدخلات الحسية وتحديد فيما هل تبقى في الوعي المؤقت للذاكرة أو تُعطى انتباهاً أكثر ديمومة. فإذا عولجت المدخلات الحسية على أنها أكثر من إدراك مؤقت، فإنها تعبر من خلال المهاد إلى الخلايا العصبية في اللوزة العصبية.

الذاكرة العاملة working memory: ذاكرة قصيرة المدى تخزن المعلومات وتعالجها لاستخدامها في المستقبل القريب. وتُخزن المعلومات في الذاكرة العاملة مدة دقيقة واحدة فقط.

منطقــة النمـو الوشيـك zone of proximal development (ZPD): هي نظرية «منطقة الاستعداد» التي وضعها العالم ليف فيغوتسكي (Lev Vygotsky) التي تتضمــن التصرفات أو الموضوعات التي يستعــد الطالب لتعلمها. ومنطقة النمــو الوشيك هي الفجوة بين مستوى تطــور المتعلم الحالي أو الفعلي ومستوى التطــور القادر على الوصول إليــه. وهي مجموعة من المعارف لا يفهمها المتعلم بعد، ولكن لديه القدرة على تعلمها من خلال التوجيه.

قائمة المراجع

AP–AOL News Poll. (2005, September 19). Th e most unpopular school subject. Available: http://diamondskyinc.com/re–search.asp?sid=3&cid=102&aid=73

Bender, W. (2005). *Differentiating math instruction.* Thousand Oaks, CA: Corwin Press

Bishop, P., & Pfl aum, S. (2005). Student perceptions of action, rel–evance, and pace. *Middle School Journal,* 36(4), 4–12.

Bransford, J., Brown, A. L., & Cocking, R. R. (Eds.). (2000). *How people learn: Brain, mind, experience, and school* (Expanded ed.). National Research Council, Committee on Learning Research and Educational Practice. Washington, DC: Na–tional Academies Press.

Britton, P. (2008). *Tutor training manual.* AVID *Region* VIII *cur–riculum guide*. San Diego, CA: AVID.

Brown, D. (2003). Urban teachers' use of culturally responsive management strategies. *Th eory into Practice,* 42(4), 277–282.

Comer, J. (1993). *School power: Implications of an intervention project.* New York: Free Press.

Cordova, D. I., & Lepper, M. R. (1996). Intrinsic motivation and the process of learning: Benefi cial eff ects of contextual–ization, personalization, and choice. *Journal of Educational Psychology,* 88(4), 715–730.

Crone, E. A., Donohue, S. E., Honomichl, R., Wendelken, C., & Bunge, S. A. (2006). Brain regions mediating fl exible rule use during development. *Th e Journal of Neuroscience,* 26(43), 11239–11247.

Csikszentmihalyi, M. (1991). *Flow: Th e psychology of optimal ex–perience.* New York: HarperColllins.

Din, F. S., & Calao, J. (2001). The effects of playing educational vid–

eo games on kindergarten achievement. *Child Study Journal,* 31(2), 95–102.

Duckworth, A., & Seligman, M. (2005). Self–discipline outdoes IQ in predicting academic performance of adolescents. *Psychological Science,* 16(12), 939–944.

Dweck, C. (2000). *Self–theories: Their role in motivation, personality, and development.* New York: Psychology Press.

Ericsson, K. A. (1996). The acquisition of expert performance: An introduction to some of the issues. In K. A. Ericsson (Ed.), The road to excellence: *The acquisition of expert performance in the arts and sciences, sports and games* (pp. 1–50). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Eriksen, C., & Schultz, D. (1979). Information processing in visual search: A continuous flow conception and experimental results. *Perception and Psychophysics,* 25(4), 249–263.

Fredrickson, B. L., Tugade, M. M., Waugh, C. E., & Larkin, G. (2003). What good are positive emotions? A prospective study of resilience and emotions. *Journal of Personality and Social Psychology,* 84(2), 365–376.

Gardner, H. (1983). *Frames of mind: Th e theory of multiple intelligences.* New York: Basic Books.

Gardner, H. (2000). *Intelligence reframed: Multiple intelligences for the 21st century.* New York: BasicBooks.

Gee, J. P. (2003). *What video games have to teach us about learning and literacy.* New York: Palgrave Macmillan.

Goleman, D. (1995). *Emotional intelligence.* New York: Bantam.

Guthrie, J. T., & Wigfi eld, A. (2000). Engagement and motivation in reading. In M. L. Kamil, P. B. Mosenthal, P. D. Pearson, & R. Barr (Eds.), *Handbook of reading research: Volume III* (pp. 403–422). New York: Lawrence Erlbaum Associates.

Harris, S. (1977). *What's so funny about science? Cartoons from American Scientist.* New York: William Kaufmann.

Hembree, R., & Dessart, D. J. (1986). Effects of hand–held calculators in precollege mathematics education: A meta–analysis. Journal for Research in Mathematics Education, 17(2), 83–99.

Hillman, C., Pontifex, M., Raine, L., Castelli, D., Hall, E., & Kramer, A. (2009). The effect of acute treadmill walking on cognitive control and academic achievement in preadolescent children. *Neuroscience,* 159(3), 1044–1054.

Hopko, D., Ashcraft, M., & Gute, J. (1998). Mathematics anxiety and working memory: Support for the existence of a defi cient inhibition mechanism. *Journal of Anxiety Disorders,* 12(4), 343–355.

Hunkin, N. M., Mayes, A. R., Gregory, L. J., Nicholas, A. K., Nunn, J. A., Brammer, M. J., Bullmore, E. T., & Williams, S. C. R. (2002). Novelty–related activation within the medial temporal lobes. *Neuropsychologia,* 40(8), 1456–1464.

Kienast, T., Hariri, A., Schlagenhauf, F., Wrase, J., Sterzer, P., Buchholz, H., Smolka, M., Gründer, G., Cumming, P., Kumakura, Y., Bartenstein, P., Dolan, R., & Heinz, A. (2008). Dopamine in amygdala gates limbic processing of aversive stimuli in humans. *Nature Neuroscience,* 11(12), 1381–1382.

Kinomura, L., Larsson, J., Gulyas, A., & Roland, L. (1996). Activation by attention of the human reticular formation and thalamic intralaminar nuclei. *Science,* 271(5248), 512–514.

Lawrence, N. S., Ross, T. J., Hoff man, R., Garavan, H., & Stein, E. A. (2003). Multiple neuronal networks mediate sustained attention. *Journal of Cognitive Neuroscience,* 15(7), 1028–1038.

LeDoux, J. (1994). Emotion, memory and the brain. *Scientific American,* 270(6), 50–57.

Li, S., Cullen, W. K., Anwyl, R., & Rowan, M. J. (2003). Dopamine–dependent facilitation of LTP induction in hippocampal CA1 by exposure to spatial novelty. *Nature Neuroscience,* 6(5), 526–531.

Malone, T. (1982). What makes computer games fun? *ACM SIG–SOC,* 13(2–3), 143.

McCandliss, B. D., Cohen, L., & Dehaene, S. (2003). The visual word form area: Expertise for reading in the fusiform gy–rus. *Trends in Cognitive Sciences,* 7(7), 293–299.

Merabet, L. B., Hamilton, R., Schlaug, G., Swisher, J. D., Kiriako–poulos, E. T., Pitskel, N. B., Kauff man, T., & Pascual–Leone, A. (2008). Rapid and reversible recruitment of early visual cortex for touch. *PLoS ONE,* 3(8), 3046–3049.

Mischel, W., Shoda, Y., & Rodriguez, M. (1989). Delay of gratifi cat–ion in children. *Science,* 244(4907), 407–413.

Neild, R., Balfanz, R., & Herzog, L. (2007). Early intervention at ev–ery age. *Educational Leadership,* 65(2), 28–33.

Organization for Economic Co–operation and Development. (2004, August). *Policy brief: Internationalisation of high–er education. Available*: http://www.oecd. org/datao–ecd/33/60/33734276.pdf

Palmer, B., Codling, R., & Gambrel, L. (1994). In their own words: What elementary students have to say about motivation to read. *The Reading Teacher,* 48(2), 176–178.

Phillips, G. W. (2007). *Chance favors the prepared mind: Math–ematics and science indicators for comparing states and na–tions.* Washington, DC: American Institutes for Research.

Sethi, A., Mischel, W., Aber, J. L., Shoda, Y., & Rodriguez, M. L. (2000). Th e role of strategic attention deployment in devel–opment of self–regulation: Predicting preschoolers' delay of gratifi cation from mother–toddler interactions. *Develop–mental Psychology,* 36(6), 767–777.

Shoda, Y., Mischel, W., & Peake, P. K. (1990). Predicting adoles–cent cognitive and self–regulatory competencies from pre–school delay of gratifi cation: Identifying diagnostic condi–tions. *Developmental Psychology,* 26(6), 978–986.

Subramaniam, K., Kounios, J., Bowden, E., Parrish, T., & Jung–

Beeman, M. (2009). Positive mood and anxiety modulate anterior cingulate activity and cognitivepreparation for in– sight. *Journal of Cognitive Neuroscience,* 21, 415–432.

U.S. Department of Education. (2008). *The fi nal report of the National Mathematics Advisory Council.* Washington, DC: Education Publications Center, U.S. Department of Educa– tion. Available: http://www2.ed.gov/about/bdscomm/ list/ mathpanel/report/fi nal–report.pdf

Van Duijvenvoorde, A., Zanolie, K., Rombouts, S., Raijmakers, M., & Crone, E. (2008). Evaluating the negative or valuing the positive? Neural mechanisms supporting feedback–based learning across development. *The Journal of Neurosci– ence,* 28(38), 9495–9503.

Van Overwalle, F., & De Metsenaere, M. (1990). Th e eff ects of at– tribution–based intervention and study strategy training on academic achievement in college freshmen. British Journal of Educational Psychology, 60(3), 299–311.

Vigneua, F., Caissie, A., & Bors, D. (2006). Eye–movement analy– sis demonstratesstrategic infl uences on intelligence. *Intel– ligence,* 34(3), 261–272.

Walker, H., Colvin, G., & Ramsey, E. (1995). *Antisocial behavior in school: Strategies and best practices.* Pacifi c Grove, CA: Brooks/Cole.

Wang, J., Rao, H., & Wetmoree, G. (2005). Perfusion functional MRI reveals cerebral blood fl ow pattern under psychologi– cal stress. *Proceedings of the National Academy of Scienc– es,* 102(49), 17804–17809.

Yazzie–Mintz, E. (2007). *Voices of students on engagement: A re– port on the 2006 High School Survey of Student Engage– ment.* Bloomington, IN: Center for Evaluation & Education Policy, Indiana University. Retrieved April 16, 2008, from http://ceep.indiana.edu/hssse/pdf/HSSSE_2006_Report.pdf

فهرس الكلمات

نبذه عن المؤلف



لقد مُنحت جودي ويليس شهادة تفوق من جمعية فاي بيتا كابا بوصفها أول امرأة تخرجت من كلية ويليامز. وقد درست في جامعة كاليفورنيا، وحصلت على شهادة الطب، واستمر عملها في الجامعة إلى أن حصلت على شهادة الامتياز في الطب، وأخرى في تخصص علم الأعصاب. وقد مارست د. ويليس طب الأعصاب مدة 15 عاماً قبل أن تعود إلى الجامعة لتحصل على شهادة الاعتماد وشهادة الماجستير في التدريس من جامعة كاليفورنيا في سانتا باربارا. ثم عملت معلمة للمرحلة الابتدائية والمتوسطة في السنوات العشر الأخيرة.

وتُعدّ د. ويليس خبيرة في أبحاث الدماغ المتعلقة بالتعلم والدماغ. وهي تكتب في المجلات التربوية المتخصصة بصورة كبيرة، وقد ألّفت ستة كتب حول تطبيق أبحاث العقل والدماغ والتعلم على استراتيجيات التدريس. وقد كرّمتها رابطة الناشرين التربويين بمنحها جائزة الإنجاز المتميز عن كتاباتها التربوية لعام 2007.

والدكتورة ويليس متحدثة مشهورة في المؤتمرات التربوية، وتعقد ورش عمل للتطوير المهني وتقيّمها على المستويين الوطني والدولي حول استراتيجيات التدريس الصفية المرتبطة بأبحاث علم الأعصاب، وقد نالت لقب المتحدثة المتميزة البارزة في مؤتمرات جمعية الإشراف وتطوير المناهج الأمريكية. وفيما يأتي الكتب التي ألّفتها:

Brain—Friendly Strategies for & Research—Based Strategies to lgnite Student Learning & Inspiring Middle Schoole Minds & Teaching the Brain to Read & The Inclusion Classroom How Your Child Learns Best.

شاركت د. ويليس بوصفها مستشارة أبحاث وعضو مجلس إدارة مؤسسة هاون، في وضع منهاج للمعلمين ليستخدموه في تنفيذ برامج تعليمية مدروسة في صفوفهم. وفي عام 2010، نالت تقدير الأكاديمية الأمريكية لعلم الأعصاب على عملها في زيادة وصول التربويين لأبحاث علم الأعصاب القابلة للتطبيق على العملية التعليمية. واحتلت مساهماتها قصة الغلاف لمجلة الأكاديمية تحت عنوان: Neuorology Now.

يمكن التواصل مع د. ويليس من خلال بريدها الإلكتروني jwillisneuro@aol.com، أو زيارة موقعها www.RADTeach.com.

مصادر جمعية الإشراف وتطوير المناهج الأمريكية

كانـت المصادر الآتية وقت نشر الكتاب، متوافرة (تظهر أرقام الكتب بين قوسين). ولمزيد من المعلومات الحديثة حول مصادر الجمعية، زر الموقع www.ascd.org. ويمكنـك البحث في الأرشيف الكامل لـِ Educational Leadership على الموقع http://www.ascd.org/el.

الشبكات

زر موقع الجمعية (www.ascd.org)، وابحث في "networks" للمعلومات حول التربويين المتخصصيـن الذين شكّلوا مجموعات لبحث موضوعات، مثل: "Assessment for Learning" و "Brain–Compatible Learning" و "Quality Education". وابحـث أيضـاً فـي "Network Directory" لإيجـاد عناوين المساعدين الحاليين وأرقام هواتفهم.

مؤلفات مطبوعة

- The Brain–Compatible Classroom: Using What We Know About Learning to Improve Teaching by Laura Erlauer (#101269)
- Brain Matters: Translating Research into Classroom Practice (2nd edition) by Patricia Wolfe (#109073)
- Concept–Rich Mathematics Instruction: Building a Strong Foundation for Reasoning and Problem Solving by Meir Ben–Hur (#106008)
- The Essentials of Mathematics, K–6: Eff ective Curriculum, Instruction, and Assessment by Kathy Checkley (#106032)
- Literacy Strategies for Improving Mathematics Instruction by Joan M. Kenney, Euthecia Hancewicz, Loretta Heuer, Diana Metsisto, and Cynthia L. Tuttle (#105137)

- The Motivated Student: Unlocking the Enthusiasm for Learn–ing by Bob Sullo (#109028)
- Research–Based Strategies to Ignite Student Learning by Judy Willis (#107006)

الفيديو

- The Brain and Mathematics (#600237)
- Meaningful Mathematics: Leading Students Toward Under–standing and Application (#607085)
- Teaching the Adolescent Brain (#606050)

مبادرة الطفل الكاملة: هي مبادرة تساعد المدارس والمجتمعات على إيجاد بيئـة تعلمية توفر للطلاب الشعور بالأمـان والدعم والتحدي، وأن يكونوا أصحاء ويشاركـوا في العمل الجماعي. لمزيد مـن المعلومات حول كتب ومصادر أخرى ترتبط بهذه المبادرة، زر الموقع **www.wholechildeducation.org**.

للمزيد من المعلومـات، أرسل رسالة إلكترونية إلى member@ascd.rg، أو اتصل على الرقم 2723–933–800–1، أو 9600–578–703، واضغط الرقم 2، أو أرسل فاكس إلى 5400–575–703، أو اكتب إلى

Information Services, ASCD, 1703 N. Beauregard St., Alexabdria, VA 22311–1714 USA.